

RATAHALLINTOKESKUS

RHK • Kehittämisyksikkö

Ratahallintokeskuksen
julkaisuja

A
1/1998

RATAVERKON JATKOSÄHKÖISTYKSEN

YHTEISKUNTATALOUDELLINEN

VAIKUTUSSELVITYS

• **Jyrki Pussinen**

Helsinki 1998

Ratahallintokeskuksen
julkaisu A 1/1998

RATAVERKON JATKOSÄHKÖISTYKSEN

YHTEISKUNTATALOUDELLINEN

VAIKUTUSSELVITYS

o Jyrki Pussinen

Helsinki 1998

RHK
RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

PUH. 09-5840 5111
FAX 09-5840 5100
SÄHKÖPOSTI: info@rhk.fi

ISBN 952-445-005-4
ISSN 1455-2604

TIIVISTELMÄ

Selvityksessä on tarkasteltu yhteiskuntataloudellisen vaikutusselvityksen perusteella, kannattaako rataverkon sähköistämistä jatkaa meneillään olevan Turku - Toijala rataosan sähköistyrksen jälkeen ja missä järjestyksessä mahdollinen jatkosähköistyr tulisi toteuttaa. Tarkastellut rataosat ovat: Hyvinkää - Hanko, Seinäjoki - Vaasa, Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi, Kontiomäki - Vartius, Joensuu - Uimaharju, Niirala - Säkäniemi, Joensuu - Siilinjärvi sekä Pieksämäki - Joensuu. Edellä mainittujen rataosien sähköistyr merkitsisi kaikkiaan noin 1 218 ratakilometrin sähköistämistä, jolloin sähköistetyr rataverkon laajuus kasvaisi yhteensä noin 3 580 ratakilometriin. Tällöin nykyisistä pääradoistamme olisi sähköistetty noin 63 %. Jatkosähköistyrten investointikustannukset olisivat yhteensä 1 290 miljoonaa markkaa.

Sähköistyrksen vaikutukset väylän kunnossapitokustannuksiin, liikennöitsijän liikennetuotantokustannuksiin ja lipputuloihin, henkilöliikenteen matka-aikoihin sekä junaliikenteen päästöihin on määritetty ja arvotettu rataosittain. Sähköistyrshankkeiden kannattavuutta on tämän jälkeen tarkasteltu rataosittain laskettujen yhteiskuntataloudellisten hyöty-kustannussuhteiden avulla (YHTALI-laskelmat). Kannattavuuslaskelmien herkkyytarkasteluissa on lisäksi selvitetty, miten liikennemäärien, investointikustannusten, energian hinnan, päästöjen arvotuksen, investointien rahoitustason tai sähköistyrksen toteuttamisjärjestyksen muutokset vaikuttavat sähköistyrshankkeiden kannattavuuteen. Sähköistyrksen arvottamatta jääneitä ja kannattavuuslaskelmiin sisällyttömiä vaikutuksia on tarkasteltu ns. täydentävien selvitysten avulla.

Sähköjunaliikenteeseen siirtymisen myötä junaliikenteen liikennetuotantokustannukset pienenevät huomattavasti. Myös junaliikenteen laatu- ja palvelutaso paranevat. Sähköistyrinvestointien hyödyt kohdistuvat sekä henkilö- että tavaraliikenteelle ja hyödyttävät täten sekä henkilöliikenteen matkustajia että erityisesti maamme kauppaa ja teollisuutta. Vaikutusselvityksen perusteella voidaan myös todeta, että sähköistyr on varsin merkittävä ympäristöinvestointi, sillä sen avulla liikenteen päästöjä ja melua voidaan huomattavasti vähentää. Lisäksi sähköistyrkset tukevat hyvin sekä kansallisten että kansainvälisten liikenneyhteyksien parantamista, kehittämistä ja laajentamista. Sähköistyrinvestoinnit jakautuvat valtakunnallisesti hyvin laajalle alueelle ja lisäävät näin eri alueiden välistä tasa-arvoa ja parantavat niiden kilpailuedellytyksiä.

Yhteiskuntataloudellisen vaikutusselvityksen perusteella voidaan todeta, että rataverkon sähköistämistä kannattaa jatkaa. Jatkosähköistyrksen kannattavuudelle on oleellista, että sähköistyrkset toteutetaan tietyssä järjestyksessä ja riittävän laajoina. Selvityksen perusteella sähköistyrstä tulee jatkaa seuraavaksi Pohjois-Suomen rataosien Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi sekä Kontiomäki - Vartius sähköistämisellä. Tämän jälkeen sähköistettäväksi tulisi rataosa Hyvinkää - Hanko. Seuraavaksi sähköistyrksen painopistealue tulee keskittää Itä-Suomeen.

Pussinen Jyrki: Socio-economic feasibility study of the further electrification of the Finnish rail network.

Finnish Rail Administration, Strategy Unit. Helsinki 1998. Publications of Finnish Rail Administration A 1/1998. 51 pages. ISBN 952-445-005-4, ISSN 1455-2604

SUMMARY

In this study, the question of the further electrification of the Finnish rail network is examined with the help of a socio-economic feasibility study. In addition, the priority order of the electrification is examined. The lines in the study are: Hyvinkää - Hanko, Seinäjoki - Vaasa, Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi, Kontiomäki - Vartius, Joensuu - Uimaharju, Niirala - Säkäniemi, Joensuu - Siilinjärvi and Pieksämäki - Joensuu. These lines cover 1218 kilometres and the electrification of these lines would extend the electrified rail network to 3 580 kilometres, that is 63 % of the main lines. The investment costs of these lines are 1 290 million Finnish marks.

The impacts of the electrification on maintenance costs, operating costs, ticket fares, travel times and emissions have been examined. Then, the socio-economic feasibility study, providing benefit/cost ratios for each line, has been carried out. Sensitivity analyses have been carried out by changing the values of traffic volumes, investment costs, energy costs, emission costs, investment costs and the order of investments. Other impacts have been examined by so-called supplementary studies.

Moving to electrified traffic will significantly decrease the operators' costs. In addition, the level of quality and operations of rail traffic would improve. The benefits of the electrification will be directed to both passenger and freight traffic as well as to industry and trade. The electrification will also have major environmental benefits, as both noise and emissions will decrease. Furthermore, the electrification investments will support the upgrading, developing and extending of both domestic and international transport connections. Nationally, the investments cover a wide area and does improve the equality and competitiveness of different areas.

It can be stated that the further electrification of the Finnish rail network is socio-economically feasible. As far as the feasibility is concerned, the order and extent of electrification is important. According to the study, the first electrified lines would be Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi and Kontiomäki - Vartius. The Hyvinkää - Hanko line would have the next priority before the lines in eastern Finland.

ESIPUHE

Ratahallintokeskus käynnisti keväällä 1997 selvitystyön, jonka tavoitteena oli selvittää, onko rataverkon sähköistyksen jatkaminen meneillään olevan Turku - Toijala rataosan sähköistyksen jälkeen yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa ja missä järjestyksessä mahdollinen jatkosähköistys tulisi toteuttaa.

Selvitystyön alkuvaiheessa keskityttiin erilaisten yhteiskuntataloudellisissa kannattavuustarkasteluissa tarvittavien taustaselvitysten laatimiseen. Tällöin selvitettiin mm. sähköistyksen investointikustannukset, liikennetuotantovaikutukset sekä muut tarvittavat taustatiedot, kuten esimerkiksi sähköistyksen vaikutukset junaliikenteen energiankulutukseen ja päästöihin. Taustaselvitysten tulokset on kirjattu osittain erillisiin raportteihin.

Selvitystyön lopuksi on laadittu käsillä oleva raportti, joka sisältää jatkosähköistyksen yhteiskuntataloudellisen vaikutusselvityksen. Raportti on laadittu suurelta osin em. taustaselvityksiin perustuen ja YHTALI-ohjeiden mukaisesti. Vaikutusselvitys sisältää myös sähköistyksen yhteiskuntataloudelliset kannattavuuslaskelmat.

Selvitys on laadittu Ratahallintokeskuksen kehittämisyksikössä. Selvityksen laatimisesta on vastannut Jyrki Pussinen ja työn ohjauksesta Tuomo Suvanto. Selvitystyössä on käytetty lisäksi apuna lukuisia eri alojen asiantuntijoita.

Helsingissä, maaliskuussa 1998

Ratahallintokeskus
Kehittämisyksikkö

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

SUMMARY

ESIPUHE.....	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
1. JOHDANTO	7
2. SÄHKÖISTYKSEN HISTORIA JA NYKYTILA SUOMESSA	8
3. TARKASTELTAVAT RATAOSAT JA JATKOSÄHKÖISTYKSEN INVESTOINTIKUSTANNUKSET	10
3.1 Tarkasteltavat rataosat	11
3.1.1 Hyvinkää - Hanko	11
3.1.2 Seinäjoki - Vaasa	12
3.1.3 Tuomioja - Raahen	12
3.1.4 Oulu - Rovaniemi	13
3.1.5 Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	14
3.1.6 Joensuu-Uimaharju+Niirala-Säkäniemi+Joensuu-Siilinjärvi	15
3.1.7 Pieksämäki - Joensuu	16
3.2 Jatkosähköistyksen investointikustannukset	17
4. SÄHKÖISTYKSEN VAIKUTUKSET	19
4.1 Vaikutustarkastelujen lähtökohdat	20
4.2 Rataosien liikennemäärien kehittyminen	21
4.3 Vaikutukset asiakkaille.....	22
4.3.1 Aikasäästövaikutukset	23
4.4 Vaikutukset liikennöitsijän liikennetuotantoon ja tuloihin	24
4.4.1 Liikennetuotantovaikutukset	24
4.4.2 Lipputulot	32
4.5 Ympäristövaikutukset.....	32
4.5.1 Sähköistyksen vaikutukset päästöihin	33
5. KANNATTAVUUSLASKELMAT	35
5.1 Kannattavuustarkastelun periaatteet.....	35
5.1.1 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma.....	35
5.2 Sähköistyksen kannattavuus ilman järjestelmävaikutuksia.....	36
5.3 Sähköistyksen kannattavuuslaskelmat	37
6. TÄYDENTÄVÄT TARKASTELUT.....	44
6.1 Vaikutukset alue- ja yhdyskuntarakenteeseen sekä soveltuvuus liikenne- poliittisiin ohjelmiin	44
6.2 Työllisyysvaikutukset.....	44
6.3 Ympäristövaikutukset.....	45
6.4 Jakaumavaikutukset ja rahoitustarkastelu	45
7. SELVITYKSEN YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	48
LÄHDELUETTELO	51

1. JOHDANTO

Suomen rataverkkoa on sähköistetty vuodesta 1965 lähtien. Sähköistystyöt ovat tällä hetkellä käynnissä rataosilla Kokemäki - Pori ja Turku - Toijala. Näiden sähköistystöiden valmistuttua sähköistetyn rataverkon pituus tulee olemaan vuonna 2001 noin 2 361 km eli pääratojen nykyisestä kokonaispituudesta on sähköistetty silloin noin 42 %.

Tässä selvityksessä tarkastellaan kannattaako rataverkon sähköistämistä jatkaa. Tämä tehdään laatimalla jatkosähköistyksen yhteiskuntataloudellinen vaikutusselvitys. Työssä selvitetään yhteiskuntataloudellisten kannattavuuslaskelmien eli ns. YHTALI-laskelmien avulla, mitkä rataosat kannattaa sähköistää ja missä järjestyksessä. Tämä selvitys perustuu suurelta osin kahteen aikaisemmin Ratahallintokeskukselle tehtyyn selvitykseen "Jatkosähköistyksen investointikustannukset" sekä "Jatkosähköistyksen vaikutukset VR:n liikennetuotantoon". Tässä raportissa em. selvityksistä hyödynnetään vain niiden keskeisimpiä osia, joten tämä raportti ei sisällä niiden kaikkia yksityiskohtia.

Raportti rakentuu siten, että seuraavassa luvussa käsitellään sähköistyksen historiaa ja nykytilaa Suomessa. Luvussa kolme esitellään tarkasteltavat rataosat sekä sähköistyksen investointikustannukset. Sähköistyksen vaikutuksia tarkastellaan luvussa neljä. Viidennessä luvussa esitetään yhteiskuntataloudelliset kannattavuuslaskelmat. Vaikutusselvityksen täydentävät tarkastelut esitetään luvussa kuusi. Yhteenveto, johtopäätökset ja suositukset esitetään luvussa seitsemän.

2. SÄHKÖISTYKSEN HISTORIA JA NYKYTILA SUOMESSA

Suomessa rautateiden sähköistysuunnitelmien laatiminen aloitettiin varsinaisesti vuonna 1955. Sähköistyksen ensimmäisen vaiheen rakennustyöt alkoivat kuitenkin vasta vuonna 1965 rataosalla Helsinki - Kirkkonummi. Ensimmäisen vaiheen sähköistysuunnitelmaan kuului rataosien Helsinki - Kirkkonummi, Helsinki - Riihimäki - Tampere ja Riihimäki - Kouvola sähköistäminen.

Ensimmäisenä sähköistys valmistui Helsinki - Kirkkonummi rataosalla ja aikataulun mukainen sähkömoottorijunaliikenne rataosalla alkoi vuonna 1969. Sähköistyksen ns. ensimmäisessä rakennusvaiheessa keskityttiin lopulta lähinnä pääradan sähköistämiseen ja työt jatkovaiheineen ulotettiin aina Seinäjoelle asti. Helsinki - Riihimäki rataosa avattiin sähköjunaliikenteelle vuonna 1972 ja Riihimäki - Seinäjoki osuus vuonna 1974. Säännöllinen sähköjunaliikenne Seinäjoelle asti alkoi maaliskuussa 1975.

Sähköistyksen ns. toisessa rakennusvaiheessa sähköistyksen painopistettä siirrettiin enemmän idänliikenteen suuntaan. Riihimäki - Kouvola väli avattiin sähköjunaliikenteelle vuonna 1977 sekä Kouvola - Vainikkala ja Luumäki - Imatra rataosat vuonna 1978. Samaan aikaan valmistui sähköistys myös Neuvostoliiton puolella Viipurista Vainikkalaan. Toisen sähköistysvaiheen päättyessä sähköistettyä rataa oli kaikkiaan 674 ratakilometriä ja 1 445 raidekilometriä.

Rataverkon sähköistystä on laajennettu tuntuvasti myös edellä mainittujen vaiheiden jälkeen. Savon radan osuus Kouvola - Pieksämäki avattiin sähköjunaliikenteelle vuonna 1980 ja Pieksämäki - Iisalmi vuonna 1984. Pohjanmaan rata sähköistettiin kahdessa vaiheessa, Seinäjoki - Kokkola rataosa avattiin sähköjunaliikenteelle vuonna 1981 ja Kokkola - Oulu rataosa vuonna 1983. Itä-Suomessa Imatra - Joensuu rataosa avattiin sähköjunaliikenteelle vuonna 1988. Sähköistyksen laajentumisvaiheeseen liittyen myös monia lyhyempiä rataosuuksia ja ratapihoja on sähköistetty eripuolilla eteläistä rataverkkoaluetta.

Viimeksi sähköjunaliikenteelle on avattu rataosat Kirkkonummi - Karjaa - Turku, Keski-Suomessa rataosat Tampere - Jyväskylä - Pieksämäki sekä Länsi-Suomessa rataosa Lielähti - Rauma. Karjaalle sähköistys saatiin valmiiksi joulukuussa 1992 ja Turkuun asti aikataulun mukainen sähköjunaliikenne alkoi vuoden 1995 alusta. Tampere - Jyväskylä rataosa avattiin sähköjunaliikenteelle virallisesti vuonna 1994 ja Jyväskylä - Pieksämäki väli vuonna 1995. Lielähti - Rauma väli avattiin sähköjunaliikenteelle virallisesti tämän vuoden alussa eli vuonna 1998. Nykyisin sähköistystyöt ovat käynnissä Kokemäki - Pori välillä sekä rataosalla Toijala - Turku. Sähköistys Kokemäeltä Poriin valmistuu vuoden 1999 kesäkuussa. Toijala - Turku välin sähköistyksen on määrä valmistua kesäkuussa vuonna 2000.

Kaiken kaikkiaan sähköistetyn rataverkon laajuus on vuoden 1998 alussa noin 2 196 ratakilometriä, mikä on noin 39 % pääratojen nykyisestä kokonaispituudesta. Sähköistettyä yksiraiteista rataa on 1 689 ratakilometriä ja sähköistettyä kaksi- tai useampiraiteista rataa 507 ratakilometriä. Sähköistettuja raidekilometrejä on tällä hetkellä yhteensä noin 3 561 raidekilometriä. Meneillään olevien sähköistystöiden valmistuttua lähes kaikki Etelä-Suomen tärkeimmät rataosat on sähköistetty ja sähköistetyn rataverkon ratapituus tulee olemaan

vuonna 2001 noin 2 361 ratakm, mikä on noin 42 % pääratojen nykyisestä kokonaispituudesta.

Sähköistetyn rataverkon laajentumisen myötä sähkövetovoiman käyttö junaliikenteessä on lisääntynyt tasaisesti. Nykyisin suurin osa eli noin 80 % henkilöliikenteen junakilometreistä liikennöidään sähkövetoisella kalustolla ja tavaraliikenteenkin junakilometreistä noin puolet. Sähkövedon osuus kaikista junakilometreistä oli vuonna 1996 66,6 % (taulukko 1). Nykyisten sähköistystöiden valmistuttua sähkövedon osuus junakilometreistä nousee jo yli 70 %:n.

Taulukko 1. Eri vetokalustolajien osuus [%] junakilometreistä tiettyinä vuosina.

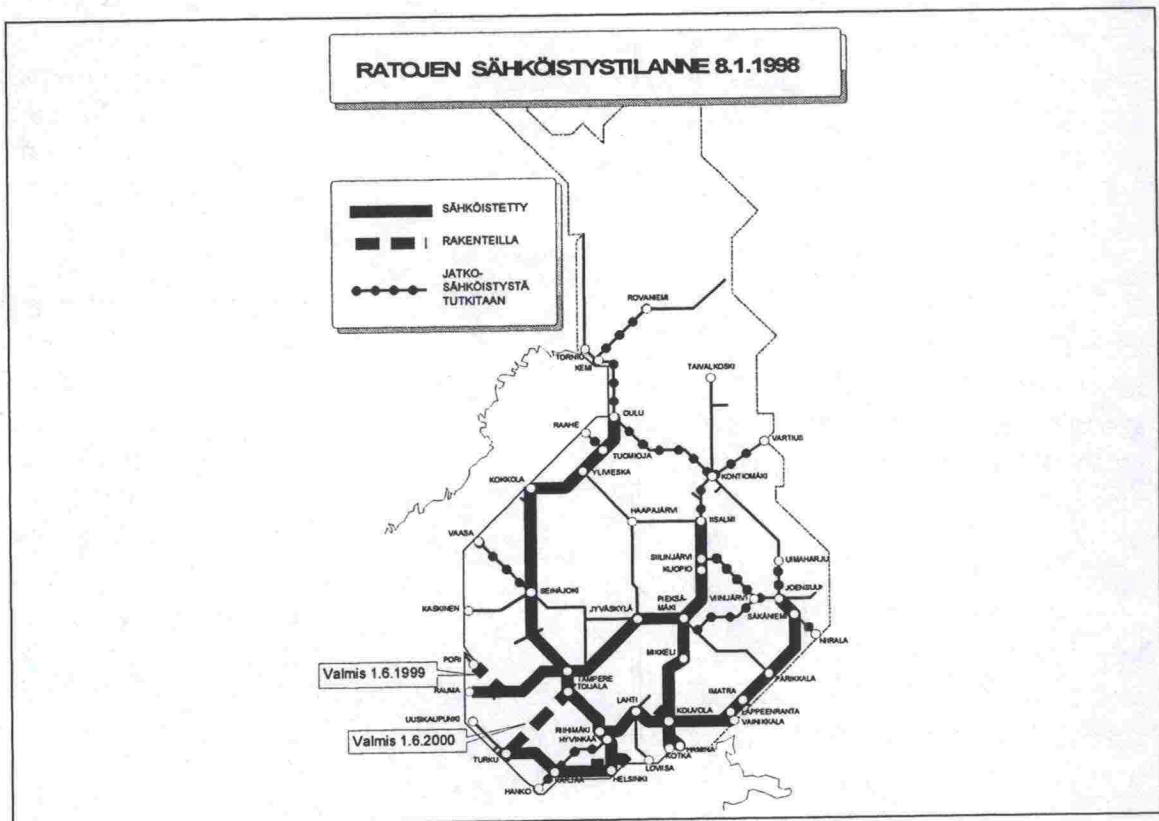
Vuosi	Dieselveto- kalusto	Sähköveto- kalusto	Höyryveto- kalusto	Yhteensä
1972	91,8	6,6	1,6	100
1977	79,3	20,7	-	100
1980	67,8	32,2	-	100
1985	48,9	51,1	-	100
1990	40,6	59,4	-	100
1996	33,4	66,6	-	100

3. TARKASTELTAVAT RATAOSAT JA JATKOSÄHKÖISTYKSEN INVESTOINTIKUSTANNUKSET

Tässä työssä tarkastellaan seuraavien rataosien sähköistyksen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta:

- Hyvinkää - Hanko
- Seinäjoki - Vaasa
- Tuomioja - Raahе
- Oulu - Rovaniemi
- Oulu - Kontiomäki - Iisalmi
- Kontiomäki - Vartius
- Joensuu - Uimaharju
- Niirala - Säkäniemi
- Joensuu - Siilinjärvi
- Pieksämäki - Joensuu

Osalle em. rataosista on ominaista, että niitä ei kannata sähköistää, ellei jokin muu rata-osa ole sähköistetty. Tämä johtuu mm. siitä, että kyseiset rataosat kuuluvat samaan tärkeään kuljetusreittiin. Tämän takia rataosia Oulu - Kontiomäki - Iisalmi ja Kontiomäki - Vartius sekä Niirala - Säkäniemi, Joensuu - Uimaharju ja Joensuu - Siilinjärvi käsitellään tässä selvityksessä yhtenä kokonaisuutena (idän liikenteen reitit). Kuvassa 1 on esitetty rataverkon nykyinen sähköistystilanne sekä tässä selvityksessä tarkasteltavat rataosat (merkinnällä jatkosähköistystä tutkitaan).

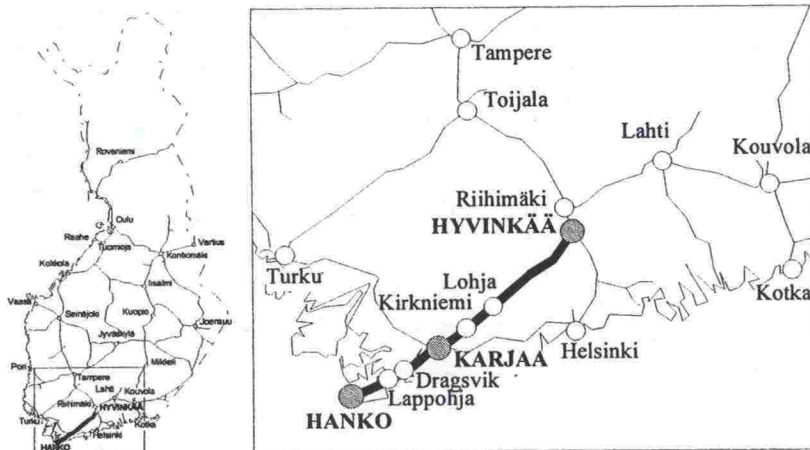


Kuva 1. Ratojen nykyinen sähköistystilanne.

3.1 Tarkasteltavat rataosat

Seuraavassa esitetään lyhyesti tarkasteltavien rataosien nykytilanne eli ratojen tämän hetken kunto, liikennemäärät sekä suoritteet. Rataosien tulevaisuuden kuljetus-, matkustus- ja liikennemäärien kehittymistä käsitellään tarkemmin luvussa 4.2.

3.1.1 Hyvinkää - Hanko (149 ratakm)

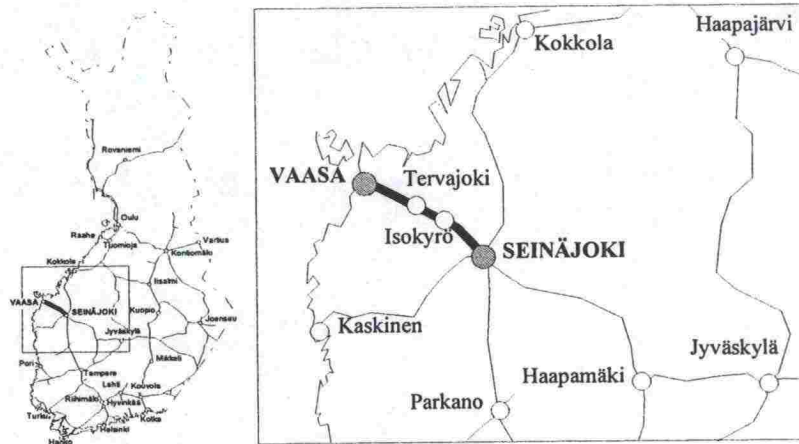


Hyvinkää - (Karaa) - Hanko rataosa on yksiraiteinen. Hyvinkää - Karaa välin (99 km) päällysrakenne on juuri kunnostettu ja rataosa on pääosin UIC54-kiskoilla ja betoniratapölkyillä varustettu sepelirata. Karaa - Hanko välin (50 km) päällysrakennetta taas kunnostetaan parhaillaan ja työn on määrä valmistua vuoden 1999 loppuun mennessä. Rataosasta tulee pääosin UIC60-kiskoilla ja betoniratapölkyillä varustettu sepelirata. Koko rataosalla Hyvinkää - Hanko on käytössä uusi opastinjärjestelmä. Lisäksi rataosalla Hyvinkää - Karaa on käytössä junien kokonaisuuden ja sijainnin tarkastavat laitteistot. Tavarajunien suurin sallittu akselipaino rataosalla Hyvinkää - Karaa on 22,5 tonnia (suurin sallittu nopeus on nykyisin 80 km/h) ja rataosalla Karaa - Hanko 22,5 tonnia (suurin sallittu nopeus on nykyisin 50 km/h). Matkustajajunien suurin sallittu nopeus Karaa - Hanko rataosalla on nykyisin 80 km/h.

Rataosalla Hyvinkää - Karaa kulkee vain tavarajunaliikennettä. Vuonna 1996 rataosalla kulki noin 3 850 tavarajunaa. Sitä vastoin Karaa - Hanko rataosalla kulkee sekä henkilö- että tavarajunaliikennettä. Vuonna 1996 Karaa - Hanko rataosalla kulki noin 2 750 tavarajunaa. Henkilöliikenteen nykyinen junatarjonta Karaa - Hanko rataosalla on 14 junaa/vrk eli 7 junaparia päivässä. Rataosalla kulkee näin ollen noin 5 100 matkustajajunaa vuodessa.

Vuonna 1996 rataosalla Hyvinkää - Karaa kuljetettiin noin 1,7 milj. tonnia tavaraa ja rataosalla Karaa - Hanko noin 1,5 milj. tonnia. Suuri osa tavarakuljetuksista oli kansainvälisiä kuljetuksia Lappohjan ja Hangon satamiin/satamista. Kun tulevaisuudessa Railship-liikenne Hangon satamaan päättyy, vähenee Hyvinkää - Hanko rataosan kuljetusmäärät todennäköisesti jonkin verran. Tämän vuoksi Railship-liikennettä ei oteta huomioon tämän selvityksen sähköistysten vaikutustarkasteluissa. Henkilöliikennematkoja Karaa - Hanko rataosalla tehtiin vuonna 1996 noin 145 000.

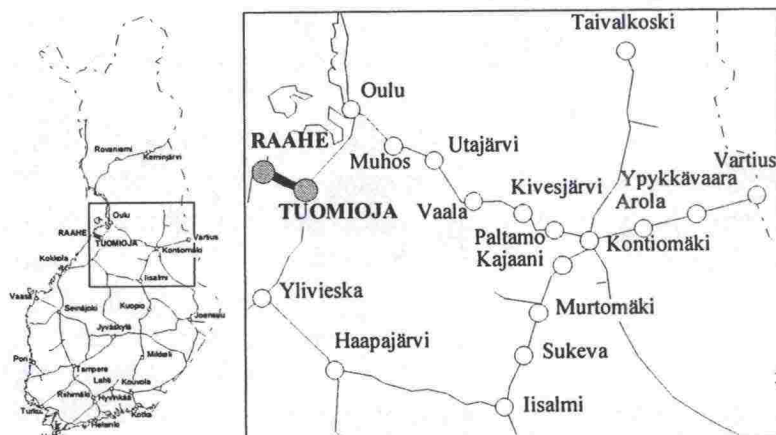
3.1.2 Seinäjoki - Vaasa (75 ratakm)



Seinäjoki - Vaasa rataosa on yksiraiteinen. Rataosalla aloitetaan ratapölkkyjen uusiminen vuonna 1998, jolloin nykyiset puuratapölkkyt vaihdetaan betonisiin. Työt valmistunevat vuonna 2000. Rataosasta tulee betoniratapölkkyillä ja UIC54-kiskoilla varustettu sepelirata. Rataosalla Seinäjoki - Vaasa on käytössä uusi opastinjärjestelmä. Junien suurin sallittu nopeus rataosalla Seinäjoki - Vaasa on nykyisin 100 km/h ja tavarajunien suurin sallittu akselipaino on 22,5 tonnia.

Rataosalla Seinäjoki - Vaasa kulkee sekä tavaraa- että henkilöliikennettä. Nykyisin tavaraliikenne rataosalla on kuitenkin varsin vähäistä. Vuonna 1996 rataosalla kulki noin 380 tavarajunaa, jotka kuljettivat noin 66 000 tonnia tavaraa. Henkilöliikenteen nykyinen junatarjonta rataosalla on noin 12 junaa/vrk eli noin 6 junaparia päivässä. Rataosalla kulkee täten hieman yli 4 300 matkustajajunaa vuodessa. Henkilöliikennematkoja Seinäjoki - Vaasa rataosalla tehtiin vuonna 1996 noin 445 000. Tulevaisuudessa Seinäjoki - Vaasa rataosan liikennemäärien ennustetaan pysyvän lähes nykyisellä tasolla.

3.1.3 Tuomioja - Raah (28 ratakm)

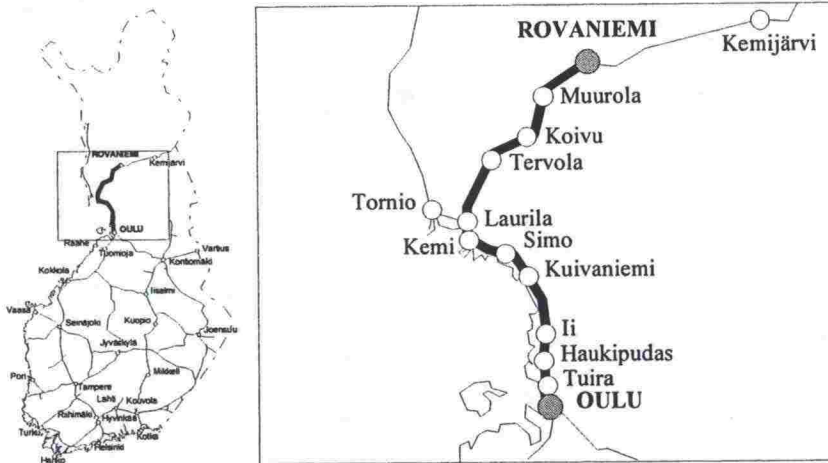


Tuomioja - Raah rataosa on yksiraiteinen. Ratahallintokeskuksessa tehtyjen suunnitelmien mukaisesti rataosan päällysrakenteen kunnostustyöt tehdään vuosina 1997-98. Päällysrakennetöiden aikana mm. nykyiset puuratapölkkyt vaihdetaan betonisiin. Työ

valmistuneen vuoden 1999 alkuun mennessä. Rataosasta tulee UIC54-kiskoilla ja betoni-ratapolkyillä varustettu sepelirata. Rataosalla on käytössä uusi opastinjärjestelmä, suo-jastus sekä kauko-ohjaus. Tavaraliikenteen suurin sallittu akselipaino rataosalla on ny-kyisin 24,5 tonnia (suurin sallittu nopeus on 80 km/h).

Rataosalla Tuomioja - Raahen kulkee pelkästään tavarajunaliikennettä. Vuonna 1996 rataosalla kulki noin 2 500 tavarajunaa, jotka kuljettivat noin 2,4 milj. tonnia tavaraa. Kuljetuksista suurin osa oli metalliteollisuuden raaka-aine- ja tuotekuljetuksia. Raahessa rautatiekuljetusten pääasiallinen lähtö-/määräpaikka on Rautaruukki Oy:n tehdasalue. Kuljetusmäärien kasvuennusteen mukaisesti Tuomioja - Raahen välin tavaraliikenteen odotetaan lisääntyvän huomattavasti vuoteen 2010 mennessä.

3.1.4 Oulu - Rovaniemi (219 ratakm)

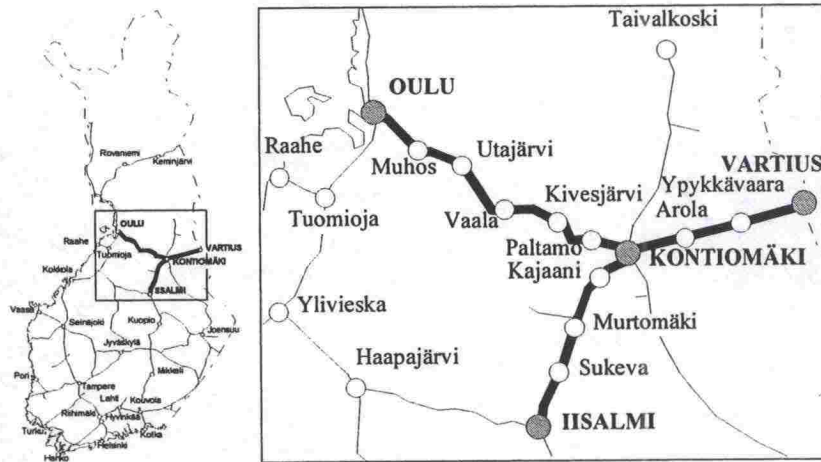


Oulu - Rovaniemi rataosa on yksiraiteinen. Oulu - (Kemi) - Laurila välin ratapituus on 113 km ja Laurila - Rovaniemi välin 106 km. Suunnitelmien mukaan rataosalla Oulu - Laurila aloitetaan päällysrakenteen kunnostustyöt vuonna 1999 ja työt valmistunevat vuoteen 2002 mennessä. Päällysrakennetöiden yhteydessä rataosan nykyiset puuratapölkyt vaihdetaan betonisiin. Rataosasta tulee betoniratapölkyillä ja UIC54-kiskoilla varustettu sepelirata. Laurila - Rovaniemi välillä päällysrakenteen kunnostustyöt on parhaillaan käynnissä. Töiden on määrä valmistua vuonna 1999. Rataosasta tulee UIC60-kiskoilla ja betoniratapölkyillä varustettu sepelirata. Koko rataosalla Oulu - Rovaniemi on käytössä uusi opastinjärjestelmä. Lisäksi Kemi - Laurila rataosa on kauko-ohjattu ja suojastettu. Oulu - (Kemi) - Laurila rataosalla tavarajunien suurin sallittu akselipaino on nykyisin 24,5 tonnia ja rataosalla Laurila-Rovaniemi 22,5 tonnia. Matkustajajunien suurin sallittu nopeus Oulu - (Kemi) - Laurila rataosalla on 120 km/h ja Laurila- Rovaniemi rataosalla nykyisin 100 km/h.

Rataosalla Oulu - Rovaniemi kulkee sekä henkilö- että tavaraliikennettä. Vuonna 1996 molemmilla rataosilla eli sekä rataosalla Oulu - Kemi että rataosalla Kemi - Rovaniemi kulki noin 2 300 tavarajunaa. Henkilöliikenteen nykyinen junatarjonta Oulu - Rovaniemi välillä on keskimääräisenä arkipäivänä 12 junaa/vrk eli 6 junaparia päivässä. Oulu - Rovaniemi välillä kulkee näin ollen noin 4 500 matkustajajunaa vuodessa.

Vuonna 1996 rataosalla Oulu - Kemi kuljetettiin noin 1,2 milj. tonnia tavaraa. Henkilöliikennematkvoja Oulu - Kemi rataosalla tehtiin vuonna 1996 keskimäärin noin 810 000. Vastaavasti rataosalla Laurila - Rovaniemi kuljetettiin vuonna 1996 noin 1,1 milj. tonnia tavaraa ja tehtiin keskimäärin noin 560 000 henkilöliikennematkaa.

3.1.5 Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius (274 + 95 = 369 ratakm)



Rataosat Oulu - Kontiomäki - Iisalmi ja Kontiomäki - Vartius ovat kaikki yksiraiteisia. Rataosan Oulu - Kontiomäki (166 km) päällysrakenne on jokin aika sitten kunnostettu ja rataosa on nykyisin UIC54-kiskoilla ja puuratapölkyillä varustettu sepelirata. Kontiomäki - Murtomäki välillä (46 km) on parhaillaan käynnissä kiskonvaihtotyöt ja töiden on määrä valmistua vuoteen 1999 mennessä. Rataosasta tulee UIC54-kiskoilla ja puuratapölkyillä varustettu sepelirata. Murtomäki - Iisalmi väli on puolestaan UIC54-kiskoilla ja puuratapölkyillä varustettu sepelirata. Rataosan päällysrakenne kaipaa pikaisesti kunnostusta, mutta alustavien suunnitelmien mukaan rataosan kunnostustöihin päästäneen aikaisintaan ensi vuosituhannen alussa. Kontiomäki - Vartius rataosa on hyvässä kunnossa ja rataosa on pääosin UIC54-kiskoilla ja betoniratapölkyillä varustettu sepelirata. Rataosilla Oulu - Kontiomäki ja Kontiomäki - Vartius tavarajunien suurin sallittu akselipaino on nykyisin 24,5 tonnia ja rataosalla Kontiomäki - Iisalmi 22,5 tonnia. Matkustajajunien suurin sallittu nopeus Oulu - Iisalmi rataosalla on pääosin 120 km/h (osin 110 km/h).

Rataosalla Oulu - Kontiomäki - Iisalmi kulkee sekä henkilö- että tavaraliikennettä. Vuonna 1996 rataosalla Oulu - Kontiomäki kulki noin 2 200 tavarajunaa ja rataosalla Kontiomäki - Iisalmi noin 1 900 tavarajunaa. Henkilöliikenteen nykyinen junatarjonta Oulu - Kontiomäki välillä on keskimääräisenä arkipäivänä 7 junaa/vrk eli 3,5 junaparia päivässä. Rataosalla kulkee näin ollen noin 2 400 matkustajajunaa vuodessa. Kontiomäki - Iisalmi välillä henkilöliikenteen junatarjonta on keskimääräisenä arkipäivänä 8 junaa/vrk eli 4 junaparia päivässä. Rataosalla Kontiomäki - Iisalmi kulkee näin ollen noin 2 900 matkustajajunaa vuodessa. Kontiomäki - Vartius rataosalla kulkee pelkästään tavaraliikennettä. Vuonna 1996 tällä rataosalla kulki noin 1 300 tavarajunaa.

Vuonna 1996 rataosalla Oulu - Kontiomäki kuljetettiin keskimäärin noin 2,3 milj. tonnia tavaraa. Henkilöliikennematkvoja Oulu - Kontiomäki rataosalla tehtiin vuonna 1996 noin 180 000. Rataosalla Kontiomäki - Iisalmi kuljetettiin vuonna 1996 keskimäärin

noin 0,8 milj. tonnia tavaraa ja tehtiin keskimäärin noin 250 000 henkilöliikennematkaa. Kontiomäki - Vartius rataosalla kuljetettiin vuonna 1996 noin 1,3 milj. tonnia tavaraa. Suuri osa rataosien Oulu - Kontiomäki - Vartius tavaraliikenteestä on Suomen ja Venäjän välistä kansainvälistä liikennettä (Arkangelin väylä). Kuljetusmäärien kasvuennusteen mukaisesti rataosien tavaraliikenteen odotetaan lisääntyvän huomattavasti vuoteen 2010 mennessä (vrt. luku 4.2).

3.1.6 Joensuu - Uimaharju + Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Siilinjärvi (50 + 31 + 145 = 226 ratakilometriä)



Tarkasteltavana oleva sähköistyspaketti käsittää rataosat Joensuu - Uimaharju, Niirala - Säkäniemi sekä Joensuu - Siilinjärvi. Kaikki em. rataosat ovat yksiraiteisia. Suunnitelmien mukaan Joensuu - Uimaharju välin (50 km) päällysrakenteen kunnostustyöt alkavat vuonna 1998 ja valmistuvat vuosituhanen vaihteessa. Rataosasta tulee UIC54-kiskoilla ja betoniratapölkkyillä varustettu sepelirata. Niirala - Säkäniemi välin (31 km) päällysrakenne on hiljattain kunnostettu. Rataosa on pääosin UIC60-kiskoilla ja betoniratapölkkyillä varustettu sepelirata. Niirala - Säkäniemi välillä on käytössä uusi opastinjärjestelmä. Joensuu - Siilinjärvi rataosa on puolestaan UIC54-kiskoilla ja puuratapölkkyillä varustettu sepelirata. Rataosan päällysrakenteen kunnostustyöt on suunniteltu toteutettavan ensi vuosituhanen alussa, vuosina 2000-03. Tavarajunien suurin sallittu nopeus ko. rataosilla on nykyisin 100 km/h. Joensuu - Uimaharju rataosalla tavarajunien suurin sallittu akselipaino on nykyisin 22,5 tonnia ja Niirala - Säkäniemi sekä Joensuu - Siilinjärvi välillä 24,5 tonnia. Matkustajajunien suurin sallittu nopeus Joensuu - Uimaharju välillä on tällä hetkellä 100 km/h.

Rataosalla Joensuu - Uimaharju kulkee sekä henkilö- että tavaraliikennettä. Rataosan sähköistys palvelisi tosin vain tavaraliikennettä (tässä selvityksessä tarkastellaankin vain tavaraliikennettä). Vuonna 1996 rataosalla Joensuu - Uimaharju kulki noin 2 300 tavarajunaa, jotka kuljettivat noin 1,8 milj. tonnia tavaraa. Rataosalla Niirala - Säkäniemi kulkee vain tavaraliikennettä. Rataosalla kuljetettiin vuonna 1996 noin 2,2 milj. tonnia tavaraa. Rataosien Joensuu - Uimaharju ja Niirala - Säkäniemi sähköistäminen liittyy kiinteästi toisiinsa, sillä merkittävä osa Uimaharjun raakapuukuljetuksista tulee Niiralasta (Venäjältä). Myös Joensuu - Siilinjärvi rataosalla kulkee pääasiassa vain tavarajunaliikennettä. Vuonna 1996 rataosalla kulki noin 1 900 tavarajunaa. Osa rataosan tavaraliikenteestä on Suomen kautta kulkevaa transitoliikennettä Kokkolaan (transitokul-

jetuksia oli vuonna 1996 hieman alle 0,3 milj. tonnia). Vuonna 1996 rataosalla kuljetettiin kokonaisuudessaan noin 1,4 milj. tonnia tavaraa. Kuljetusmäärien kasvuennusteen mukaisesti em. rataosien tavaraliikenteen odotetaan lisääntyvän jonkin verran vuoteen 2010 mennessä.

3.1.7 Pieksämäki - Joensuu (182 ratakm)



Pieksämäki - Joensuu rataosa on yksiraiteinen. Pieksämäki - Varkaus välin (49 km) päällysrakenteen kunnostustyöt on parhaillaan käynnissä ja niiden on määrä valmistua vuoteen 1999 mennessä. Perusparannustöiden jälkeen rataosasta tulee UIC54-kiskoilla ja betoniratapölkkyillä varustettu sepelirata. Varkaus - Joensuu väli (133 km) on UIC54-kiskoilla ja puuratapölkkyillä varustettu sepelirata. Alustavien suunnitelmien mukaan rataosalle vaihdettaneen kuitenkin betoniratapölkkyt vuoteen 2003 mennessä. Pieksämäki - Varkaus rataosalla tavarajunien suurin sallittu akselipaino on 22,5 tonnia (tavarajunien suurin sallittu nopeus on tällä hetkellä pääosin 60 km/h). Varkaus - Joensuu rataosalla tavarajunien suurin sallittu akselipaino on nykyisin 24,5 tonnia. Matkustajajunien suurin sallittu nopeus Pieksämäki - Varkaus rataosalla on nykyisin pääosin 80 km/h (osin 100 km/h) ja Varkaus - Joensuu rataosalla 120 km/h.

Rataosalla Pieksämäki - Joensuu kulkee sekä henkilö- että tavaraliikennettä. Vuonna 1996 rataosalla Pieksämäki - Varkaus kulki noin 2 200 tavarajunaa ja rataosalla Varkaus - Joensuu noin 1 300 tavarajunaa. Henkilöliikenteen nykyinen junatarjonta Pieksämäki - Joensuu välillä on keskimääräisenä arkipäivänä 8 junaa/vrk eli 4 junaparia päivässä. Rataosalla kulkee näin ollen noin 2 700 matkustajajunaa vuodessa.

Rataosalla Pieksämäki - Varkaus kuljetettiin vuonna 1996 noin 1,0 milj. tonnia tavaraa. Henkilöliikennematkoja Pieksämäki - Varkaus -rataosalla tehtiin vuonna 1996 noin 205 000. Vastaavasti rataosalla Varkaus - Joensuu kuljetettiin vuonna 1996 noin 0,6 milj. tonnia tavaraa ja tehtiin noin 145 000 henkilöliikennematkaa. Yleisesti ottaen Pieksämäki - Joensuu rataosan liikennemäärät ovat melko vähäiset. Kuljetusmäärien kasvuennusteen mukaisesti myös Pieksämäki - Joensuu välin tavaraliikenteen odotetaan kuitenkin hieman lisääntyvän vuoteen 2010 mennessä.

3.2 Jatkosähköistyksen investointikustannukset

Tarkasteltavien rataosien sähköistämisen investointikustannukset selvitettiin erillisessä tutkimuksessa. Työn tulokset on kirjattu erilliseen raporttiin: "Jatkosähköistyksen investointikustannukset", Oy VR-Rata Ab, 30.6.1997.

Sähköistyksen investointikustannukset koostuvat sähköistyksen kiinteistä laitteista (ratajohto, syöttöjärjestelmä ja kaukokäyttö) sekä niiden rata- ja sähkötekniesten töiden kustannuksista, joiden tekeminen on sähköistyksen kannalta välttämätöntä (esim. silta-aukkojen suurentaminen).

Suomen rataverkkoa on sähköistetty yli 30 vuotta yksivaihejärjestelmällä 25 kV, 50 Hz. Syöttöasemat on kytketty 110 kV kantaverkkoon, joka on osoittautunut erittäin luotettavaksi energialähteeksi. Sähköistettäessä Etelä-Suomen rataosia 110 kV johdot ovat liksäksi kulkeneet lähellä rautatielinjoja, joten pitkiä syöttöjohtoja ei ole tarvinnut rakentaa.

Eräillä tässä selvityksessä tarkasteltavilla rataosilla 110 kV johdot ovat suhteellisen kaukana, mikä kasvattaa syöttöjohtojen pituutta ja sähköistyskustannuksia. Tämä on pakottanut etsimään vaihtoehtoisia ratkaisuja, joita ovat

- liittyminen 220 kV kantaverkkoon, jos tämä johtaa lyhyempiin syöttöjohtoihin tai
- sähköistysjärjestelmän 2*25 kV, 50 Hz käyttö.

Sähköistyksen investointikustannuksiksi eri järjestelmien kesken on valittu kustannuksiltaan alhaisimmat. Rataosien sähköistyksen arvonlisäverottomat investointikustannukset ja sähköistyksen vuosittaiset kunnossapitokustannukset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Tarkasteltavien rataosien sähköistämisen investointikustannukset ja sähköistyksen vuosittaiset kunnossapitokustannukset, milj. markkaa.

Rataosat	Sähköistettävät raidekilometrit	Järjestelmä	Investointikustannukset, [Mmk]	Kunnossapitokustannukset, [Mmk / Vuosi]
Hyvinkää - Hanko	157,5	2x25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	147	1,01
Seinäjoki - Vaasa	81,4	25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	79	0,52
Tuomioja - Raahe	30,5	25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	34	0,20
Oulu - Rovaniemi	240,9	2x25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	251	1,54
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	402,1	2x25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	388	2,57
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	245,4	2x25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	238	1,57
Pieksämäki - Joensuu	208,0	2x25 kV, 50 Hz 110 kV liityntä	196	1,33
Yhteensä	1332,2		1290	8,52

Tässä selvityksessä tarkasteltavien rataosien sähköistäminen edellyttäisi noin 1 333 raidenkilometrin sähköistämistä, mikä merkitsisi, että sähköistetyn rataverkon laajuus kasvaisi yhteensä noin 3 580 ratakilometriin. Tällöin pääradoista olisi sähköistetty noin 63 %. Selvityksessä tarkasteltujen jatkosähköistysten investointikustannukset olisivat yhteensä 1 290 miljoonaa markkaa.

Taulukossa 2 olevat rataosittaiset kunnossapitokustannukset käsittävät vain sähköistysten edellyttämien investointien, kuten syöttöasemien sekä syöttö- ja ratajohtojen vuositteiset kunnossapitokustannukset eli ns. sähköistyksen kunnossapitokustannukset.

4. SÄHKÖISTYKSEN VAIKUTUKSET

Sähköistuksen yhteiskuntataloudellista kannattavuustarkastelua varten tulee määrittää, mitä vaikutuksia sähköistuksen toteuttamisella on, ketä vaikutukset koskettavat sekä miten suuria ja merkittäviä nämä vaikutukset ovat. Tehdyn vaikutusselvityksen pohjalta arvotetaan ne yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat, jotka mahdollisesta jatkosähköistyksestä aiheutuu.

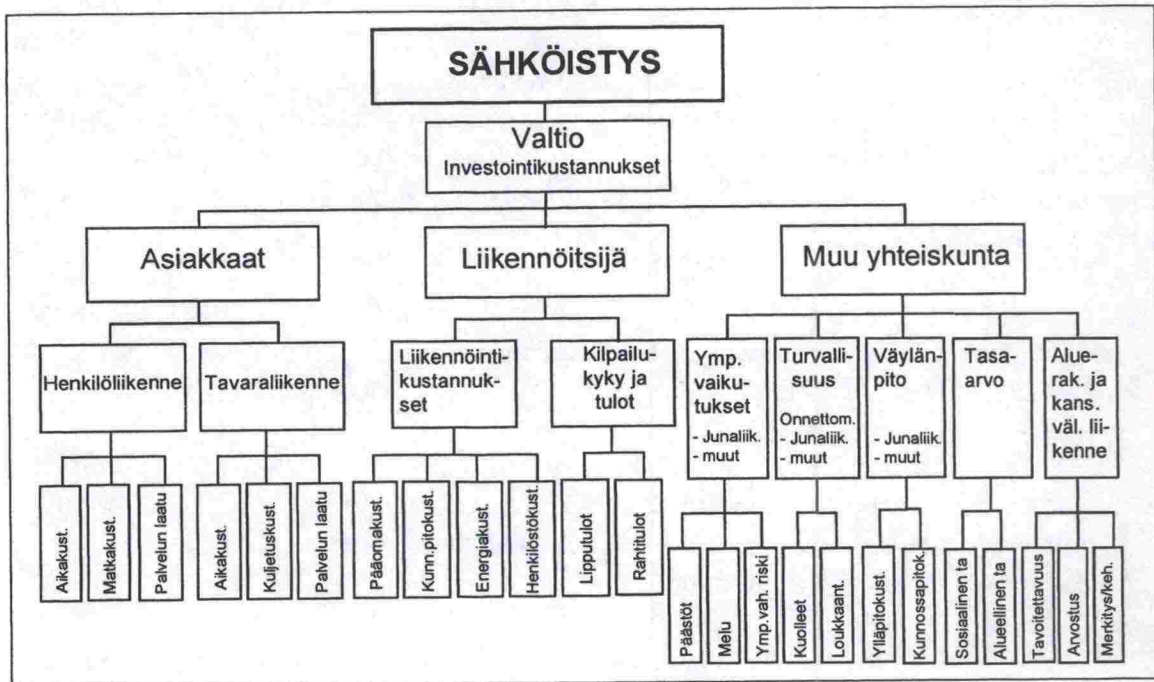
Tarkoituksena on siis selvittää suunnitellun investoinnin aiheuttamat yhteiskuntataloudellisten hyötyjen ja kustannusten muutokset. Periaatteessa jatkosähköistyshankkeen vaikutusanalyysi koostuu lähinnä seuraavista selvityksistä ja tarkasteluista:

- Selvitetään, mitä vaikutuksia jatkosähköistyshankkeella on eri tahoille (identifiointi)
- Selvitetään, miten suuria ja merkittäviä sähköistuksen vaikutukset ovat (kvantifiointi)
- Määritetään yhteiskuntataloudellisten vaikutusten suuruus rahassa (arvotus)
- Lasketaan investoinnin kannattavuus

Aluksi vaikutusselvityksessä tarkastellaan, mitä vaikutuksia jatkosähköistyshankkeella on yhteiskuntajärjestelmän eri osapuolille (yksilöille, yrityksille ja yhteisöille). Ns. markkinataloudellisten vaikutusten lisäksi pyritään tarkastelemaan myös hankkeen muita suoria tai epäsuoria vaikutuksia. Hankkeen epäsuoria vaikutuksia ovat esimerkiksi ns. ulkoiset vaikutukset eli vaikutukset päästöihin, meluun ja onnettomuusmääriin.

Rautatieliikenteen nopeutta, laatutasoa ja kilpailukykyä parantavat hankkeet, kuten rataverkon sähköistys, aiheuttavat yleensä myös kulku- ja kuljetusmuotosiirtymiä. Näistä merkittävimpanä voidaan pitää matkustajien ja kuljetusten siirtymistä tieliikenteestä rautateille. Näillä siirtymillä on myös yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia, joita ovat esimerkiksi siirtyvästä liikenteestä aiheutuvat muiden liikennemuotojen ulkoisten kustannusten muutokset (muutokset niiden ympäristövaikutuksissa ja onnettomuusmäärissä) sekä kustannussäästöt, joita saadaan muiden liikennemuotojen energianhankinnassa ja niiden väylien ylläpitokustannuksissa. Tässä selvityksessä edellä mainittuja tekijöitä ei kuitenkaan selvitetä eikä arvoteta, koska niiden katsottiin olevan varsin marginaalisia.

Kuvassa 2 on esitetty osapuolet, joita rataverkon sähköistyshanke pääasiallisesti koskettaa sekä tekijät, joihin sähköistys yleensä vaikuttaa (vaikutusten kohdistuminen).



Kuva 2. Sähköistysten vaikutukset.

Sähköistysten aiheuttamien vaikutusten määrät, suuruusluokat ja niiden merkitykset vaihtelevat hyvin paljon eri sähköistyshankkeiden kesken. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että lähtötilanteet ja olosuhteet eri rataosien osalta eroavat melkoisesti toisistaan. Suurimmat erot eri rataosien välillä ovat yleensä liikennemäärissä sekä liikennetuotantotilanteissa. Tämän vuoksi jokaisen rataosan sähköistämisen vaikutusselvitys on tehtävä ns. räätälintyönä aina erikseen. Myös vaikutusten määrät ja suuruusluokat on selvittävä ja laskettava tapauskohtaisesti erikseen.

Vaikutusanalyysin olennaisin osa on kannattavuuslaskelma, jossa vaikutukset arvotetaan rahamääräisinä. Vaikutusten arvottamisen perustana käytetään olemassa olevaa kustannustietoutta ja vaikutusselvitysten yleisesti hyväksyttyjä arvotusperiaatteita (ajanarvot, päästöjen arvotus, jne.). Joidenkin vaikutusten arvioiminen tai arvottaminen on hyvin vaikeaa tai lähes mahdotonta. Tämän vuoksi tällaiset vaikutukset kuvataan tässä selvityksessä pelkästään sanallisesti (esim. sähköistysten vaikutukset liikenteen aiheuttamaan meluun).

4.1 Vaikutustarkastelujen lähtökohdat

Peruslähtökohtana sähköistysten vaikutustarkasteluille on kaksi eri energiamuotojen käyttöön perustuvaa liikennöintijärjestelmää - olemassa oleva eli dieseljunaliikenteeseen perustuva liikennöintijärjestelmä (ns. 0-vaihtoehto) sekä suunniteltu sähköistysvaihtoehto eli sähköjunaliikenteeseen perustuva liikennöintijärjestelmä (ns. investointivaihtoehto). Jatkossa em. vaihtoehdoista käytetään nimityksiä diesel- ja sähkövaihtoehto.

Vaikutustarkastelun tavoitteena on siis selvittää, mitä vaikutuksia sähköjunaliikenteeseen siirtymisellä olisi. Vaikutusselvitysten lähtökohdat ja rajaukset ovat tässä selvityksessä seuraavat:

- Selvitykset laaditaan liikenneministeriön esittämien YHTALI-periaatteiden mukaisesti.
- Selvitykset tehdään kaikkien rataosien osalta samoin periaattein, jolloin hankkeiden yhteiskuntataloudellisten kannattavuuksien lisäksi voidaan tarkastella niiden keskinäisen toteutusjärjestyksen vaikutusta.
- Vaikutustarkasteluissa otetaan huomioon myös ne seikat, joita laajempien sähköis-tyaluekokonaisuuksien muodostamisella on (ns. järjestelmävaikutukset).
- Vaikutustarkasteluissa tarkastellaan vain itse sähköistyksen aiheuttamia vaikutuksia. Selvityksiin ei siis sisällytetä esimerkiksi mahdollisten muiden rataa parantavien toimenpiteiden aiheuttamia vaikutuksia.
- Junamäärät ja -tarjonnat, junakokoonpanot, tavaraliikenteen kuljetusmäärät sekä ratojen kunto ja laatutaso (esim. suurimmat sallitut nopeudet ja akselipainot) oletetaan sekä sähkö- että dieselvaihtoehdoissa aina samanlaisiksi.
- Vaikutusselvityksissä otetaan huomioon myös se, että kaikkia tavarajunia ei nykyisen kuljetusjärjestelmän mukaan voida eikä kannata liikennöidä sähkövetoisesti (tämä johtuu mm. sähköistyksen soveltumattomuudesta eräille tavarankuormaus- ja purkupaikoille).
- Vaikutustarkastelut tehdään kahdella eri liikennemäärällä: Rataosien nykyisellä ja vuodelle 2010 ennustetulla liikennemäärällä.
- Arvotettavat vaikutukset esitetään vuoden 1997 hintatasossa.

4.2 Rataosien liikennemäärien kehittyminen

Nykyisinä liikennemäärinä käytetään vuoden 1996 toteutuneita liikennemäärä- ja kuljetussuoritetietoja. On kuitenkin otettava huomioon, että erityisesti tavaraliikenne oli matalasuhteiden vuoksi vuonna 1996 hieman viimevuosien keskiarvoa vähäisempää. Vuoden 1997 aikana tavaraliikenteen kuljetusmäärät kasvoivat taas selvästi. Tämän vuoksi kuljetus- ja liikennemäärien muutosten vaikutusta selvitetään myös kuljetusmäärien kasvuun perustuvan vuoden 2010 liikennemääräennusteen pohjalta.

Vuoden 2010 liikennemääräennuste perustuu RHK:n, VR Cargon ja VR:n henkilöliikenneosaston näkemyksiin liikennemäärien kehittymisestä. Niiden perusteella tarkasteltavien rataosien henkilöjunamäärien ei odoteta juurikaan muuttuvan, mutta sen sijaan tavaraliikenteen ennustetaan lisääntyvän.

Liikennemäärien kasvu johtuu pääasiassa Venäjän tuonnin (lähinnä metsä- ja metalliteollisuuden raaka-ainekuljetusten) sekä Suomen kautta kulkevien transitokuljetusten lisääntymisestä. Tavaraliikenteen kokonaiskuljetusmäärän ennustetaan nousevan vuoden 1996 reilusta 37,5 milj. tonnista noin 47 milj. tonniin vuoteen 2010 mennessä (vuonna 1997 tavaraliikenteen kokonaiskuljetusmäärä nousi noin 40 milj. tonniin). Vuodesta 2010 eteenpäin kokonaiskuljetusmäärän ennustetaan pysyvän vuoden 2010 tasolla.

Rautatieliikenteen kokonaiskuljetusmäärän kasvu aiheuttaa liikennemäärien lisääntymistä siis myös tässä selvityksessä tarkasteltavilla rataosilla. Jotta kuljetusmäärien kasvun vaikutukset voidaan selvittää, täytyy lisääntyneet kuljetusmäärät muuttaa liikennemääräksi eli ajettaviksi juniksi. Tässä selvityksessä tämä muunnos on tehty vertaamalla kuljetusmäärien lisäystä junien kuljetuskapasiteettiin. Koska yhden tavarajunan kulje-

tuskapasiteetti on melko suuri, täytyy myös kuljetusmäärien kasvaa merkittävästi ennen kuin uusi vakinainen tavarajuna otetaan liikenteeseen. Esimerkiksi yksi 1 000 tonnin juna viitenä päivänä viikossa voi kuljettaa noin 260 000 tonnia tavaraa vuodessa. Taulukossa 3 on esitetty tarkasteltavien rataosien nykyiset eli vuoden 1996 sekä vuodelle 2010 ennustetut kokonaiskuljetusmäärät.

Taulukko 3. Tarkasteltavien rataosien nykyiset ja ennustetut tavaraliikenteen kuljetusmäärät.

Tavaraliikenteen nykyiset ja ennustetut kuljetusmäärät, 1000 tonnia		
Rataosa	v. 1996	v. 2010
Hyvinkää - Hanko	1 560	1 090 *)
Seinäjoki - Vaasa	60	74
Tuomioja - Raahе	2 440	4 330
Oulu - Kemi	1 160	1 590
Kemi - Rovaniemi	1 090	1 290
Oulu - Kontiomäki	2 300	4 430
Kontiomäki - Vartius	1 320	3 280
Iisalmi - Kontiomäki	740	970
Joensuu - Uimaharju	1 870	2 750
Joensuu - Niirala	2 210	4 150
Pieksämäki - Joensuu	640	840
Joensuu - Siilinjärvi	1 400	2 340

*) Ennustetusta Hyvinkää-Hanko rataosan kuljetusmäärästä on vähennetty vuonna 1998 päättyvien juna-lauttakuljetusten osuus.

4.3 Vaikutukset asiakkaille

Rataverkon sähköistyksen myötä junaliikenteen nopeus, sujuvuus, matkustusmukavuus, kuljetusvarmuus ja kuljetuskapasiteetti lisääntyvät eli junaliikenteen laatutaso paranee. Vastaavasti liikennöintikustannukset yleensä pienentyvät. Tästä johtuen asiakkaille voidaan sähköistyksen jälkeen tarjota entistä laadukkaampi, nopeampi ja edullisempi liikenne- ja kuljetusmuoto.

Sähköjunaliikenteeseen siirtyminen lyhentää yleensä matka-aikoja, sillä sähkövetokalusto on dieselvetokalustoa selvästi tehokkaampaa. Käytettävissä oleva suurempi teho näkyy suoraan junan kiihtyvyydessä, tavoitenopeuden saavuttamisessa sekä matkanopeuden ylläpidossa. Matka-ajat lyhentyvät huomattavasti myös silloin, kun veturin vaihtotarve matkan aikana poistuu (dieselveturi \Leftrightarrow sähköveturi). Täten matkustajat hyötyvät sähköistyksestä suoraan aikasäästöinä.

Aikasäästövaikutusten lisäksi sähköistysinvestoinneilla on merkittävä vaikutus henkilöliikenteen matkustusmukavuuteen. Sähköjunaliikenteeseen siirtyminen lisää matkustusmukavuutta, sillä dieselvaihtoehtoon verrattuna se vähentää paikallisia päästö- ja meluhaittoja. Sähköistys mahdollistaa myös uusimman tekniikan käyttöönoton liikenteessä (esim. vaunukalusto).

Sähköjunaliikenteen liikennöintikustannukset ovat selvästi pienemmät kuin dieseljunaliikenteen. Täten on todennäköistä, että myös matkustajien matkakustannukset pienenevät pitkällä aikavälillä.

Sähköistysinvestoinneilla voidaan luoda paremmat edellytykset myös rautateiden tavaraliikenteen hoidolle ja alentaa sitä kautta teollisuuden kuljetuskustannuksia. Sähköistys mahdollistaa tavaraliikenteen kuljetuskustannusten alentumisen ohella myös tavaraliikenteen palvelutason noston eli lähinnä kuljetusnopeuden ja -kapasiteetin lisäyksen. Näin rautatieliikenne voi entistä tehokkaammin toimia osana kaupan ja teollisuuden jatkuvasti kehittyviä logistisia järjestelmiä ja ketjuja. Tulevaisuudessa myös rautatieliikenteeltä vaaditaan entistä nopeampaa ja joustavampaa kuljetuspalvelua.

Tämän selvityksen yhteydessä arvioidaan ja arvioidaan edellä mainituista tekijöistä vain sähköistyksestä aiheutuva henkilöjunaliikenteen nopeutuminen eli matka-aikojen lyhentyminen ja sen vaikutukset matkustajien kokemuksiin aikasäästöihin. Tavaraliikenteen asiakkaiden kuljetuskustannussäästöt otetaan huomioon liikennetuotantokustannusten yhteydessä.

4.3.1 Aikasäästövaikutukset

Matkustajien aikasäästöjen selvittäminen perustuu VR Osakeyhtiön aikataulusuunnittelusta saatuaan arvioon junaliikenteen matka-aikojen lyhentymisestä, rataosien nykyisiin ja ennustettuihin matkustajamääriin ja matkojen matkaryhmäjakaumaan. Ajan arvona käytetään tielaitoksen esittämiä yksikköhintoja, jotka koskevat matkustajien ajanarvoja erilaisissa liikennetilanteissa (eri matkaryhmissä).

Laskennoissa käytettävä keskimääräinen ajanarvo on vuoden 1997 hintatasossa 32,5 mk/h (liikematkoja 15 % á 126,6 mk/h, asiointimatkoja 35 % á 21,3 mk/h, vapaa-ajanmatkoja 50 % á 12,2 mk/h). Matka-aikamuutosten vaikutuksia matkustajamääriin on arvioitu henkilöliikenteen kysyntämallilla, joka luotiin vuonna 1996 Rataverkkotyöryhmän työn yhteydessä.

Varsinainen aikasäästövaikutusten laskentatyö suoritettiin Ratahallintokeskuksen EM-ME/2 -pohjaisen liikennemallin avulla. Laskelmissa matkustajamäärien oletetaan yleisesti lisääntyvän 1-2 % vuosikasvun mukaisesti vuoteen 2010 asti. Tämän jälkeen matkustajamäärien kasvun oletetaan pysähtyvän. Nykyisten ja yleiseen kasvuun perustuvien matkustajamäärien ohella aikasäästölaskelmissa otetaan huomioon myös kulkumuoto-siirtymien aiheuttamat matkustajamäärälisäykset (henkilöliikenteen kysyntämalli). Vuosittaiset aikakustannussäästöt lasketaan rataosittain seuraavan kaavan mukaisesti:

$$\text{Aikakustannussäästöt} = v * \sum ((M_{0ij} * (t_{0ij} - t_{1ij}) + 0,5 * (t_{0ij} - t_{1ij}) * (M_{1ij} - M_{0ij})),$$

jossa v = ajanarvo = 32,5 mk/h; M_0 = 0-vaihtoehtoon matkat; M_1 = investointivaihtoehtoon matkat; t_0 = 0-vaihtoehtoon matka-aika; t_1 = investointivaihtoehtoon matka-aika; i ja j ovat lähtö- ja määräpaikka (-kunta).

Taulukossa 4 on esitetty tutkittaville henkilöliikennetietojen laskettua aikasäästövaikutukset vuonna 2010.

Taulukko 4. Sähköistykseen aikasäästövaikutukset vuonna 2010.

Rataosa	Rataosan mat- kustajamäärät vuonna 1996	Matka-aikamuutos sähköistykseen jäl- keen, [min]	Aikakustannussäästöt vuonna 2010, [Mmk]
Karjaa - Hanko	145 000	-5	0,52
Seinäjoki - Vaasa	445 000	-2	0,66
Oulu - Rovaniemi		-12	4,54
Oulu - Kemi	810 000		
Kemi - Rovaniemi	560 000		
Oulu - Iisalmi		-13	1,44
Oulu - Kontiomäki	180 000		
Kontiomäki - Iisalmi	250 000		
Pieksämäki - Joensuu		-10	1,31
Pieksämäki - Varkaus	205 000		
Varkaus - Joensuu	145 000		

4.4 Vaikutukset liikennöitsijän liikennetuotantoon ja tuloihin

4.4.1 Liikennetuotantovaikutukset

Sähköistysinvestoinneilla on yleensä varsin merkittävät liikennetuotantovaikutukset. Liikennöintikustannuksiltaan sähkövetoinen junaliikenne on vastaavaa dieseljunaliikennettä huomattavasti edullisempaa. Sähköistykseen suorat liikennetuotantovaikutukset kohdistuvat liikenteen energiakustannuksiin, henkilöstökustannuksiin sekä kaluston huolto-, kunnossapito- ja pääomakustannuksiin. Tämän lisäksi sähköistyksellä on pitkällä aikavälillä vaikutuksia koko liikennetuotantojärjestelmään eli lähinnä sen kehittämis- ja kehittymismahdollisuuksiin (esim. kalustoratkaisuihin, toimintamuotoihin jne.).

Tällä hetkellä Suomen rataverkolla on vain yksi liikennöitsijä eli VR Osakeyhtiö. Tässä selvityksessä sähköistykseen liikennetuotantovaikutuksia on tämän vuoksi tarkasteltu vain em. liikennöitsijän näkökulmasta tarkasteltuna. Juuri tällä hetkellä VR Osakeyhtiöllä on edessä hyvin merkittävien tulevaisuuden kalustoratkaisujen tekeminen, sillä ikääntynyttä ja huonokuntoista dieselkalustoa on ryhdyttävä pian uusimaan. Kalustoratkaisujen kannalta etenkin VR Osakeyhtiön, mutta jatkossa myös mahdollisten muiden liikennöitsijöiden, on oleellista tietää, jatketaanko rataverkon sähköistämistä vai ei. Pitkääikaisten ja laajojen kalustohankintojen vuoksi jatkosähköistyspäätösten tekeminen on siis nyt varsin ajankohtaista ja kehityssuunnan määräävää.

Rataverkon sähköistykseen laajentaminen mahdollistaa sähköjunaliikenteen entistä useammalla yhteysvälillä ja luo näin edellytykset myös olemassa olevan sähkövetokaluston tehokkaammalle käytölle (käyttöasteen nostolle). Sähköistykseen myötä saattaa veturin vaihtotarve joillakin yhteysväleillä poistua (sähköveturi \Leftrightarrow dieselveturi), mikä pienentää oleellisesti liikennetuotantokustannuksia ja nopeuttaa liikennöintiä. Lisäksi sähkövetokaluston vetokyky (teho) on dieselkalustoa huomattavasti parempi, joten liikennöinnin kokonaiskalustotarve vähenee sähköistykseen myötä. Sähköistys vaikuttaa täten suoraan liikennöitsijän operatiivisen toiminnan tehokkuuteen ja toimivuuteen.

Lisääntyvä sähköistys mahdollistaa myös yhä useampien, liikennöintikustannuksiltaan edullisten sähkövetoisten kokojunien käytön sekä uusimman kaluston ja tekniikan

käyttöönoton. Lisäksi sähkövetovoiman käyttö antaa dieselvaihtoehtoa paremmat mahdollisuudet liikennöintinopeuden nostolle sekä tarvittaessa junakoon kasvattamiselle. Liikenteenhoidon tehostumisen ja liikennetuotantojärjestelmän rationalisointitoimenpiteiden myötä saavutetaan myös jonkin verran henkilöstökustannussäästöjä.

Tässä selvityksessä tarkastellaan vain sähköistyksen suoria liikennetuotantovaikutuksia. Mitään liikennetuotantojärjestelmän uudelleenmuotoilu- tai kehittämisperiaatteita ei tässä yhteydessä esitetä tai tarkastella. Selvityksen tarkastelut rajataan vain sellaisten vaikutusten esittämiseen, joiden voidaan katsoa olevan yksinomaan sähköistyksestä johtuvia ja joilla on ratahankkeiden kannattavuustarkasteluiden kannalta huomattavaa merkitystä. Vaikutustarkasteluihin otetaan mukaan vain tämän hetken arvioiden mukaan todennäköisimmät ja realistisimmat liikennetuotantojärjestelmien ja liikennöintikustannusten muutokset. Tarkastelujen ulkopuolelle jätetään ne liikennetuotannon muutokset, joissa sähköistystä edeltänyt vanha järjestelmä, toiminto tai menettelytapa korvataan mitä todennäköisimmin lähes vastaavalla uudella järjestelyllä (esim. vaihtotyöt, junanmuodostus ja veturimieskierto).

Vaikutusten arvotukset tehdään VR:n liikennetuotannon nykyisten standardikustannushintojen sekä liikennetuotantokustannusten osatekijöille selvitettyjen nykyhintojen avulla. Tarkastelut tehdään sekä nykyliikennemäärillä että ennustetuilla kasvavilla liikennemäärillä. Kasvuvaihtoehdossa liikennemäärien oletetaan kasvavan tasaisesti vuoteen 2010 asti ja pysyvän tämän jälkeen samansuuruisina. Arvotettavissa olevia vaikutuksia tarkastellaan rataosittain tai rataosaryhmittäin liikennetuotantokustannusten eri osatekijöiden pohjalta. Nämä ovat:

- Energiakustannukset (polttoaineen hankinta, jakelu ja varastointi henkilöstökuluneen)
- Pääomakustannukset (kaluston käyttö, kierrot sekä liikenteeseen sitoutuvan ja siitä vapautuvan kalustomäärän tarkastelut)
- Kaluston huolto- ja kunnossapitokustannukset (kiinteistökustannukset, varaosat sekä henkilöstö- ja laitteistokustannukset)
- Muut kustannukset (mm. veturin vaihtotarpeen kustannusvaikutukset)

Vaikutustarkasteluissa pyritään ottamaan huomioon myös se liikennetuotantovaikutuksiin liittyvä seikka, että osa liikennetuotantovaikutuksista toteutuu vasta laajemman sähköistysalueen toteutuessa. Alueellisesti laajemman sähköistyksen myötä liikennöitsijä voi entistä paremmin keskittyä sähköjunaliikenteen kehittämiseen, kahden päällekkäisen liikennetuotantojärjestelmän (sähkö/diesel) purkamiseen sekä sähkövetokaluston alueellisen käytön tehostamiseen (käyttöasteen nosto, veturikierrot).

Mahdollisten uusien liikennöitsijöiden tulo rataverkolle ei muuta oleellisesti diesel- ja sähköjunaliikenteen suhteellista kustannuseroa.

4.4.1.1 Vaikutukset energiakustannuksiin

Sähköistysten vaikutukset liikennöinnin energiakustannuksiin selvitetään vertaamalla sähkö- ja dieselvaihtoehtojen energiakustannuksia. Tarkastelun lähtökohtana on sähkö-

ja dieseljunaliikenteen energiankulutuslaskennat. Liikenteen energiakustannukset muodostuvat energian kulutuksesta ja sen hankintakustannuksista.

Kevyen polttoöljyn osalta liikenteen energiakustannukset muodostuvat polttonesteen kulutuksesta, ostohinnasta, kulutuksesta, varastoinnista ja käsittelystä. Tässä selvityksessä kevyen polttoöljyn ostohintana käytetään vuoden 1997 alkupuoliskon hintaa. Tuon ajankohdan yksikköhinta vastaa hyvin kyseisen tuotteen vuoden 1997 keskimääräistä markkinahintaa.

Käyttöä varten kevyt polttoöljy joudutaan kuljettamaan eri alueiden jakeluvarastoihin. Tästä aiheutuvat kuljetuskustannukset muodostuvat kevyen polttoöljyn junakuljetusten liikennöintikustannuksista ja autokuljetusrahdeista. Sähköistyksen vaikutus kevyen polttoöljyn kuljetuskustannuksiin lasketaan varastokohtaisesti - kulutuksen vähenemän ja polttoaineyksikköä kohti lasketun keskimääräisen kuljetuskustannushinnan (mk/kg_{pa}) avulla. Keskimääräiset kuljetuskustannushinnat on määritetty varastojen nykyisiin öljytoimitusjakaumiin ja niiden kustannustietoihin perustuen.

Kevyen polttoöljyn varastoimisesta aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa karkeasti kahteen pääryhmään - varastoihin sitoutuvaan pääomakustannukseen sekä varastoista aiheutuvaan toimintakustannukseen. Sähköistyksen vaikutukset kevyen polttoöljyn varastointikustannuksiin otetaan huomioon kulutuksen vähenemän sekä polttoaineyksikköä kohti lasketun yleisen varastointikustannustekijän avulla. Varastointikustannustekijä on määritetty varastojen nykyisiin kustannus- ja kulutustietoihin perustuen ja se pitää sisällään varastoihin sitoutuvan pääoman kustannuksen (laskentakorko 6 %), polttonesteen käsittelykustannukset, varastojen tilakustannukset sekä henkilöstökustannukset.

Sähköjunaliikenteen energiakustannuksia tarkastellaan suoraan sähkönkulutuksen sekä sähkön hinnan avulla. Tarkasteluissa sähkön hintana käytetään nykyisen markkinatilanteen mukaista verollista keskihinta-arviota. Tässä tarkastelussa liikenteen sähkönhinnassa on siis myös sähköveron osuus mukana. Sähköveron poistuminen rautatieliikenteeltä vuoden 1998 alusta merkitsisi sähkön hinnan halpenemista kevyeen polttoöljyyn nähden.

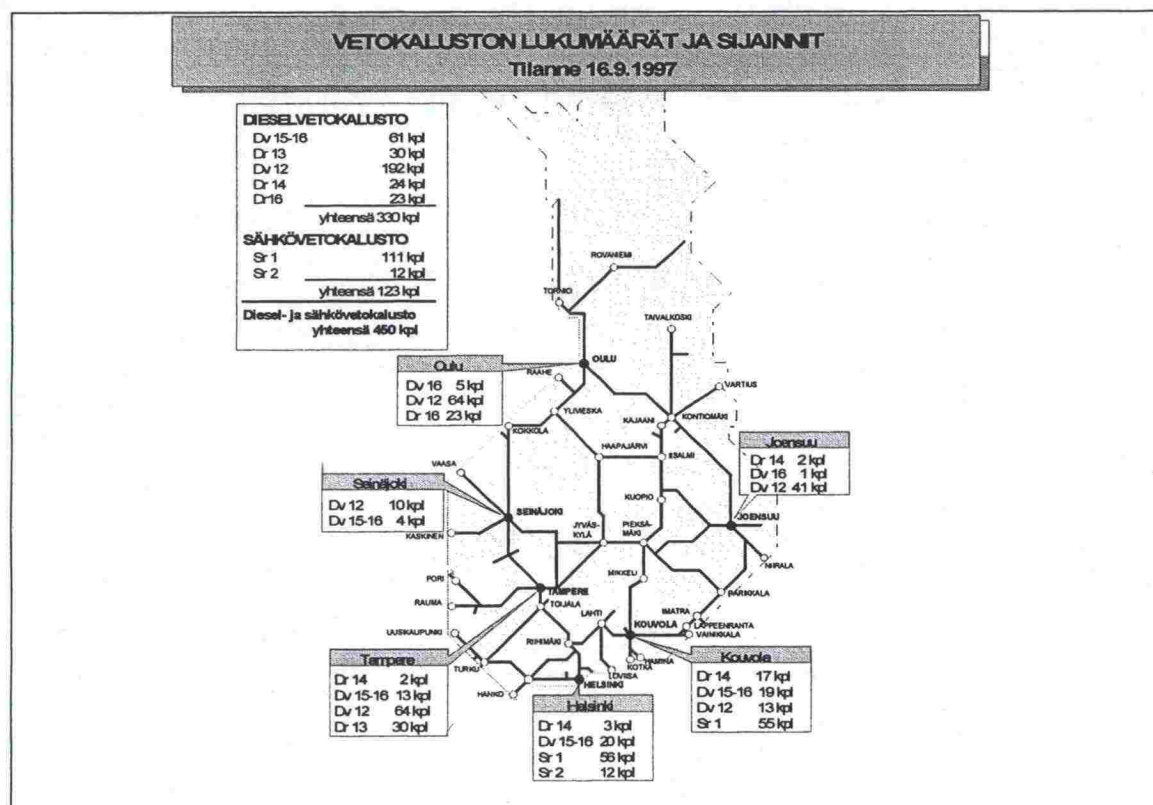
Yhteiskuntataloudellisia kannattavuuslaskelmia varten lasketut sähköistyksen energiakustannusvaikutukset vuonna 2010 on esitetty taulukossa 5. Kannattavuustarkastelujen herkkyystarkasteluita varten vaikutukset on laskettu muutamilla eri energian hinnoilla (nykyiset hankintahinnat $\pm 25\%$).

Taulukko 5. Sähköistytksen vaikutukset liikenteen energiakustannuksiin vuonna 2010.

Sähköistytksen aiheuttamat energiakustannussäästöt vuonna 2010, [Mmk]			
Rataosa(t)	Energian nykyhinnoilla	Keveyen polttoöljyn hinta +25 %	Sähkön hinta +25 %
Hyvinkää - Hanko	2,3	3,3	1,9
Seinäjoji - Vaasa	0,6	0,8	0,5
Tuomioja - Raahc	0,8	1,2	0,6
Oulu - Rovaniemi	3,3	5,0	2,5
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	9,0	11,6	6,5
Niirala - Säkä-niemi + Joensuu -Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	3,2	5,0	2,3
Pieksämäki - Joensuu	2,3	3,3	2,0

4.4.1.2 Vaikutukset kaluston pääomakustannuksiin

Sähköistytksen toteutuminen aiheuttaa muutoksia liikennöitsijän kalustotarpeeseen ja sitä kautta pääomakustannusrakenteeseen. Kalustotarpeen muutokset koskevat erityisesti tarvittavaa vetovoimakalustoa, sillä sähkövetoiseen liikenteeseen siirtyminen edellyttää dieselvetokaluston korvaamista sähkövetokalustolla. Sen sijaan vaunukalustotarpeeseen ei sähköistytksellä yleensä ole suurta vaikutusta, sillä nykyisin käytössä oleva vaunukalusto on pääosin sekä diesel- että sähköjunaliikenteeseen soveltuvaa. Kuvassa 3 on esitetty VR:n nykyinen vetokalustotilanne eli käytössä olevat veturityypit, niiden lukumäärät ja sijainnit varikoittain.



Kuva 3. VR Osakeyhtiön vetokalustomäärät ja vetokaluston sijainnit.

Nykyinen sähkövetokalusto on huomattavasti tehokkaampaa ja nopeammin liikkuvaa kuin dieselvetokalusto. Vähäisemmän kunnossapito- ja huoltotarpeen myötä sähkövetokaluston käyttöaste voidaan pitää dieselkalustoa korkeampana. Kun lisäksi laajentuvan sähköistuksen myötä liikennöinnin veturin vaihtotarve yleensä vähenee, sitoutuu sähköjunaliikenteeseen siirryttäessä liikenteenhoitoon (veturikiertoon) yleensä sähköistystä edeltänyttä tilannetta vähemmän vetokalustoa. Tämä merkitsee käytännössä sitä, että mikäli halutaan tarjota kuljetusnopeudeltaan ja - kapasiteetiltaan samanlaatuinen junatarjonta, sitoutuu dieselvaihtoehdossa liikenteeseen huomattavasti enemmän vetovoimakalustoa.

Vaikka sähköistys vähentää yleensä vetokalustomäärän tarvetta, on korvaava sähkövetokalusto usein hankintahinnaltaan poistuvaa dieselvetokalustoa selvästi kalliimpaa. Kalustotyyppien hintaero on tosin lähes suorassa suhteessa käytettävissä olevaa tehoon (kW) ja laatuun. Tarkasteluissa kaluston verollisina jälleenhankintahintoina ja laskennallisina pitoaikoina käytetään taulukon 6 mukaisia arvoja.

Taulukko 6. Kaluston jälleenhankintahinnat ja pitoajat.

Kalustotyyppi	Hinta, [Mmk]	Pitoaika, [vuotta]
Dv12 -veturi (1000 kW dieselveturi)	10,4	25
Dr16 -veturi (1677 kW dieselveturi)	14,0	25
Dx (uusi dieselveturi, \approx 2000 kW)	16,0	25
Sr (uusi sähköveturi, \approx Sr2, 6000 kW)	25,0	35
Taajamajuna (sähköjunayksikkö)	41,5	40
Henkilöliikennevaunu	12,2	25

Sähköistuksen vaikutukset kaluston pääomakustannuksiin selvitetään vertaamalla sitoutuvan kaluston määrää vaihtoehtojen välillä. Kaikki pääomakustannukset lasketaan jälleenhankintahintaisina tasapoistoina ja 6 %:n korolla. Laskelmassa on oletettu, että vuodesta 2010 eteenpäin dieselvaihtoehdossa nykyisiä dieselvetureita korvaa uusi, teholtaan noin 2000 kW:n Dx-dieselveturityyppi. Taulukossa 7 on esitetty sähköistuksen vaikutukset kaluston pääomakustannuksiin eri rataosilla vuonna 2010.

Taulukko 7. Sähköistuksen vaikutukset kaluston pääomakustannuksiin vuonna 2010.

Sähköistuksen aiheuttamat kaluston pääomakustannussäästöt vuonna 2010, [Mmk]	
Rataosa(t)	[Mmk]
Hyvinkää - Hanko	6,8
Seinäjoki - Vaasa	0,9
Tuomioja - Raahe	1,7
Oulu - Rovaniemi	4,0
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	13,0
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	10,7
Pieksämäki - Joensuu	4,8

Varikkoverkoston rationalisointihyötyjä on arvioitu varikoilta vähentyvien vetokalustomäärien suhteessa. Saavutettavat vuosihyödyt on laskettu varikkokohtaisesti niille litteroitujen vetokalustosarjojen nykykustannusten sekä varikoilla kunnossapidettävien vetokalustomääräennusteiden perusteella. Kunnossapitokustannusvaikutusten laskenta-periaate on siis seuraavan kaavan mukainen:

$$\text{Säästövaikutus} = [(\text{poistuvat veturit/kunnossapidettävät veturit}) \times \text{veturisarjan nykykustannukset yksikössä}] - \text{kilometripohjaisena lasketut kunnossapitokustannukset}$$

Vetokaluston kunnossapitokustannusten lisäksi tarkasteluissa otetaan myös huomioon sähköistyksen vaikutukset henkilöliikenteen vaunukaluston huolto- ja kunnossapitokustannuksiin. Kustannusarviot perustuvat suoraan Helsingin vaunuvarikolla tehtyyn asiaa koskevaan selvitykseen. Sähköjunaliikenteeseen siirtyminen tuo huolto- ja kunnossapitokustannussäästöjä lähinnä kevyen polttoöljyn käyttöön perustuvien vaununlämmityslaitteiden (öljykattiloiden) sekä vaunujen sähkön tuotantoon tarvittavien sähkögeneraattoreiden (aggregaattien) käytön vähentyessä tai loppuessa kokonaan (huoltotarve vähenee). Lisäksi sähköjunaliikenteessä vaunujen akustojen ja vaihtosuuntaajien kunto pysyy huomattavasti parempana kuin dieseljunaliikenteessä. Tällöin myös niiden käyttöikä on olennaisesti pidempi.

Tässä selvityksessä oletetaan nykyhinnoilla laskettujen kunnossapitokustannuserojen pysyvän tulevaisuudessa ennallaan. Todellisuudessa uusien vetokalustotyyppien kunnossapitokustannuksia ei luonnollisestikaan vielä tiedetä. Esimerkiksi VR:n uusimman sähköveturihankinnan eli Sr2-veturityypin kunnossapitokustannusta ei vielä tarkasti tunneta, mutta sen arvioidaan kuitenkin olevan jopa 30 % pienempi kuin vanhalla Sr1-sähköveturityypillä. Vastaavasti voidaan olettaa, että myös uusien dieselveturityyppien kunnossapitokustannukset olisivat nykyisiä selvästi pienemmät. Näin ero sähkövetokaluston ja dieselvetokaluston kunnossapitokustannuksissa pysyisi tulevaisuudessakin likimain nykyisen suuruisena.

Sähköistyksen vaikutukset kaluston huolto- ja kunnossapitokustannuksiin vuonna 2010 on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Sähköistyksen vaikutukset kaluston huolto- ja kunnossapitokustannuksiin vuonna 2010.

Sähköistyksen aiheuttamat kaluston huolto- ja kunnossapitokustannussäästöt vuonna 2010, [Mmk]	
Rataosa(t)	[Mmk]
Hyvinkää - Hanko	6,4
Seinäjohti - Vaasa	1,6
Tuomioja - Raahe	2,4
Oulu - Rovaniemi	6,9
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	19,7
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	13,0
Pieksämäki - Joensuu	4,5

4.4.1.4 Muut liikennetuotantovaikutukset

Sähköistyrksen muut arvotettavissa olevat merkittävät liikennetuotantovaikutukset kohdistuvat lähinnä veturin vaihtotarpeisiin liikennöinnissä. Veturin vaihtotarve liikennöinnissä vähentyy yleensä sähköistyrksen jälkeen. Veturin vaihtotarpeen poistuessa liikennöintikustannukset pienenevät ja junaliikenteen sujuvuus lisääntyy. Sähköistyrsalueen laajentuessa liikennöinnissä voidaankin entistä enemmän siirtyä liikennöintikustannuksiltaan edullisten sähkövetoisten kokojunien käyttöön.

Veturin vaihtojen vähentyminen vaikuttaa suoraan liikennöinnin energiakustannuksiin, liikenteeseen sitoutuvaan kalustomäärään sekä veturin vaihtojen aiheuttamiin henkilöstökustannuksiin. Vaikutus kaluston sitoutumiseen ja käyttöön tulee arvotettua kertaalleen jo vetokaluston pääomakustannustarkasteluissa. Vastaavasti veturin vaihtojen aiheuttamat energiakustannukset eli liikennöinnin keskimääräiset aloitus- ja lopetusajat on otettu huomioon jo energiakustannustarkasteluissa. Erillisenä tarkasteluna tulee näin ollen selvittää vain veturin vaihtojen vaikutukset henkilöstökustannuksiin.

Veturin vaihtojen poistumisen henkilöstökustannussäästöt koostuvat yleensä veturimies-, vaihdemies- ja jarrujentarkastuskustannusten vähenemisestä. Saavutettava liikennöintikustannushyöty saadaan laskettua veturin vaihdon yhteyteen liittyvien aloitus- ja lopetusaikakustannusten perusteella. Aloitus- ja lopetusajan kustannukset muodostuvat tarvittavien toimenpiteiden, yksikkötuntihintojen, liikennepaikkakohtaisten standardiaikojen, erilaisten lisäaikojen ja vaihdon tapahtumapaikan (ratapiha, asema, varikko) perusteella. Näin ollen edellä mainitut kustannukset vaihtelevat junakohtaisesti. Tässä selvityksessä kaikissa tapauksissa käytetään kuitenkin keskimääräisiin aloitus- ja lopetusaikakustannuksiin perustuvaa tarkastelua. Käytettävä laskentatapa on samanlainen sekä tavara- että henkilöliikenteelle.

Kustannuslaskennassa veturimiesten keskimääräisenä yksikkötuntihintana käytetään 250 mk/h. Veturin vaihdon poistumisessa saavutettava työaikasäästö (aloitus- ja lopetusajat) on keskimäärin yksi tunti.

Veturin vaihdon yhteydessä suoritetaan myös aina junan jarrujen tarkastus. Jarrujen tarkastuksen suorittaa yleensä joko erillinen jarrujen tarkastaja tai junahenkilökuntaan kuuluva konduktööri. Kun veturin vaihto jää pois ja kuljetus voidaan hoitaa ns. kokojunana, myös tarvittava jarrujentarkastustyö vähenee. Jarrujentarkastuskustannus muodostuu pääasiassa jarrujentarkastusajasta ja tarkastuksen yksikkötuntihinnasta. Jarrujentarkastusaika määritetään junapituuteen sidotun jarrujentarkastuksen standardiajan perusteella. Kustannuksia laskettaessa keskimääräisenä jarrujentarkastajan yksikkötuntihintana käytetään 165 mk/h. Sähköistyrksen aiheuttamat veturin vaihtotarpeen muuttumisen kustannusvaikutukset vuonna 2010 on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Sähköistyksen aiheuttamat veturin vaihtotarpeen muuttumisen kustannussäästöt vuonna 2010.

Sähköistyksen aiheuttamat veturin vaihtotarpeen vähenemisen kustannussäästöt vuonna 2010, [Mmk]	
Rataosa(t)	[Mmk]
Hyvinkää - Hanko	0,3
Seinäjoki - Vaasa	0,0
Tuomioja - Raahе	0,7
Oulu - Rovaniemi	1,3
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	0,7
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	-0,6
Pieksämäki - Joensuu	0,3

4.4.2 Lipputulot

Palvelutason ja kilpailukyvyn parantuminen lisää rautateiden kuljetus- ja matkustajamääriä ja näin ollen myös liikennöitsijän saamia lippu- sekä rahtituloja. Tässä selvityksessä tarkasteluun on sisällytetty vain sähköistyksen myötä lisääntyvien henkilöliikenteen matkustajamäärien aiheuttamat lipputulolisäykset. Sen sijaan tavaraliikenteen kuljetuskapasiteetin tai -nopeuden parantumisen vaikutuksia rahtituloihin ei tarkastella. Tosin sanoen tavaraliikenteen kuljetusmäärien on oletettu olevan samat kummassakin vaihtoehdossa.

Matkustajamäärien lisäykset saadaan henkilöliikenteen kysyntämallin avulla. Lipputulolisäykset lasketaan rataosien keskimääräisten nykymatkojen (suuntautuminen, etäisyys) sekä nykyisten matkalippuhintojen perusteella. Sähköistyksen vaikutukset lipputuloihin eri rataosilla vuonna 2010 on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Sähköistyksen vaikutukset lipputuloihin vuonna 2010.

Rataosa	Lipputulojen lisääntyminen vuonna 2010, [Mmk]
Karjaa - Hanko	0,4
Seinäjoki - Vaasa	1,0
Oulu - Rovaniemi	11,5
Oulu - Iisalmi	2,9
Pieksämäki - Joensuu	2,1

4.5 Ympäristövaikutukset

Rataverkon sähköistysinvestoinneilla on varsin selvät ympäristövaikutukset. Sähköjunaliikenteeseen siirtymisellä voidaan vähentää liikenteen energiankulutusta sekä erityisesti sen aiheuttamia ympäristöä kuormittavia päästöjä ja melua. Lisäksi sähköjunaliikenteeseen siirtymisellä voidaan rajoittaa liikenteestä aiheutuvan ilmakehän hiili-dioksidimäärän kasvua (CO₂ -päästöjä) ja pienentää kevyen polttoöljyn käytöstä aiheutuvaa ympäristövahinkoriskiä. Rautatieliikenteen aiheuttamat keskimääräiset suorite-

kohtaiset päästömäärät ovatkin lisääntyneen sähköistyksen myötä jatkuvasti pienentyneet.

Energiantuotannossa sähköntuotannon kotimaisuusaste on kevyen polttoöljyn tuotantoa korkeampi (primäärienergiälähteillä mitattuna). Lisäksi Suomen sähköntuotannosta varsin suuri osa tuotetaan uusiutuvilla energiamuodoilla, joten sähköjunaliikenne tukee dieseljunaliikennettä paremmin myös ns. kestävästä kehityksestä.

Tässä selvityksessä ympäristövaikutuksista arvotetaan vain jatkosähköistyksen vaikutukset junaliikenteen aiheuttamiin päästöihin. Vaikka sähköistyksen myötä myös liikenteen meluhaitat vähenevät merkittävästi, ei tätä vaikutusta voida puutteellisten arvotusperiaatteiden vuoksi tarkastella tarkemmin. Sähköistyksen vaikutukset päästömääriin selvitetään energiankulutusselvitykseen perustuvien päästömäärälaskentojen avulla. Päästöt arvotetaan tielaitoksen esittämien yksikköhintojen avulla.

4.5.1 Sähköistyksen vaikutukset päästöihin

Sähköistys pienentää merkittävästi junaliikenteen aiheuttamia päästöjä. Erityisesti Etelä-Suomen alueella rataverkon laajat sähköistykset ovat vähentäneet huomattavasti merkityksellisenä pidettyjä liikenteen paikallisia päästövaikutuksia. Taulukossa 11 on esitetty kuinka paljon tässä selvityksessä tarkasteltavat sähköistykset vähentäisivät toteutusaan junaliikenteen aiheuttamia päästöjä (tonnia/vuosi).

Taulukko 11. Sähköistyksen vaikutukset junaliikenteen päästömääriin vuonna 2010.

Sähköistyksen myötä vähenevät päästömäärät vuonna 2010, [tonnia/vuosi]					
Rataosa(t)	SO₂	NO_x	CO₂	Hiukkaset	HC
Hyvinkää-Hanko	2,1	167,6	5 917,1	2,7	24,6
Seinäjoki-Vaasa	0,5	42,5	1 496,6	0,7	6,2
Tuomioja-Raahe	0,7	65,4	2 232,0	1,0	9,6
Oulu-Rovaniemi	2,7	123,5	10 068,6	4,7	19,7
Oulu-Iisalmi + Kontiomäki-Vartius	5,9	290,8	19 183,2	8,8	45,1
Niirala-Säkänemi + Joensuu-Uimaharju + Joensuu-Siilinjärvi	2,2	304,8	9 901,4	4,7	45,0
Pieksämäki-Joensuu	2,2	180,4	6 043,3	2,7	25,0
Yhteensä	16,4	1 175,0	54 842,2	25,2	175,3

Päästömäärälaskelmien perusteella sähkövaihtoehdossa rautatieliikenteen typen oksidipäästöt (NO_x-päästöt) ovat noin 22 %, hiukkaspäästöt (PM) noin 18 % ja hiilivetypääs-

töt noin 25 % pienemmät kuin dieselvaihtoehdossa. Rataverkon jatkosähköistäminen on siis päästöjen kannalta tarkasteltuna edullista, sillä rautatieliikenteen aiheuttamien kokonaispäästömäärien vähentymisen lisäksi päästölähteiden siirtyminen rataverkolta sähköntuotantolaitoksiin parantaa huomattavasti rata-alueiden pienilmaston ilmanlaatua (vähentää paikallisia päästövaikutuksia). Dieseljunaliiikennevaihtoehtoon verrattuna päästölähteiden keskittyminen sähköntuotantolaitoksiin helpottaa myös syntyvien päästöjen hallintaa ja puhdistamista.

Jos koko tarkasteltavana oleva jatkosähköistys toteutettaisiin, vähenisivät junaliikenteen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt yli 13 %. Täten sähköistysinvestoinneilla voidaan vähentää merkittävästi myös junaliikenteen synnyttämiä kasvihuonekaasuja ja tukea näin kasvihuoneilmiön rajoittamiseen pyrkivää toimintaa.

Rautatieliikenteen kilpailukyvyyn ja palvelutason parantuminen saa aikaan kuljetusten ja matkustajien siirtymiä muilta liikennemuodoilta rautateille. Tällä on puolestaan vaikutuksia myös muiden liikennemuotojen aiheuttamiin ulkoisiin kustannuksiin (esim. tieliikenteen väylänpito- ja onnettomuuskustannuksiin sekä päästöihin). Tässä selvityksessä muiden liikennemuotojen ulkoisten kustannusten muutoksia ei kuitenkaan ole otettu huomioon, vaan selvityksessä rajoitutaan pelkästään junaliikenteen aiheuttamien päästöjen muutoksen tarkasteluun.

Päästöjen arvottamisessa käytetään seuraavia tielaitoksen esittämiä yksikköhintoja [mk/tonni]:

- Rikkidioksidi (SO₂) 6 000 mk
- Typen oksidit (NO_x) 5 300 mk
- Hiilidioksidi (CO₂) 180 mk
- Hiukkaset (PM) 95 500 mk
- Hiilivedyt (HC) 10 500 mk

Sähköistyksen aiheuttamien päästökustannusten väheneminen vuonna 2010 on esitetty rataosittain taulukossa 12.

Taulukko 12. Sähköistyksen vaikutukset päästökustannuksiin vuonna 2010.

Sähköistyksen aiheuttamat päästökustannussäästöt vuonna 2010, [Mmk]	
Rataosa(t)	[Mmk]
Hyvinkää - Hanko	2,5
Seinäjohti - Vaasa	0,6
Tuomioja - Raahe	1,0
Oulu - Rovaniemi	3,2
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	6,9
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	4,4
Pieksämäki - Joensuu	2,5

5. KANNATTAVUUSLASKELMAT

5.1 Kannattavuustarkastelun periaatteet

Rataosien sähköistyksen kannattavuuteen vaikuttaa, kuinka laajalla rataverkkoalueella ja missä järjestyksessä jatkosähköistys toteutetaan. Oikein ajoitetulla sekä laajuudeltaan ja toteuttamisjärjestykseltään järkevällä sähköistämällä voidaan vaikuttaa ennen muuta liikennetuotannossa sekä investoinnin rakentamisvaiheessa saavutettavien kustannussäästöjen suuruuteen. Sähköistysalueen laajentuessa mm. liikennöitsijän kustannussäästöt lisääntyvät, sillä kahden päällekkäisen ja laajan liikennetuotantojärjestelmän (sähkö/diesel) ylläpitotarve poistuu ja monet liikennetuotannon kehittämistoimenpiteet voidaan tehdä entistä tehokkaammin. Jatkosähköistyksen ajoitus, laajuus ja toteuttamisjärjestys vaikuttavat siis suoraan sähköistyksen ns. järjestelmävaikutusten suuruuteen.

Tässä selvityksessä sähköistyksen kannattavuustarkastelut tehdään kahdessa vaiheessa. Aluksi sähköistyksen kannattavuutta tarkastellaan siten, että muiden rataosien sähköistämisen ei oleteta vaikuttavan ko. radan sähköistämisen kannattavuuteen. Näin tarkasteltuna sähköistyksen kannattavuudet jäävät siis järjestelmävaikutusten puuttumisen vuoksi todellista pienemmiksi. Tämän tarkastelun perusteella voidaan kuitenkin päätellä sähköistysjärjestys.

Kannattavuustarkastelujen toisessa vaiheessa sähköistyshankkeita tarkastellaan osana laajempaa jatkosähköistyskokonaisuutta. Tällöin myös sähköistyksen toteutuksen laajuudesta ja järjestyksestä aiheutuvat järjestelmävaikutukset voidaan ottaa tarkasteluissa huomioon. Näin saadaan laskettua sähköistyksen todelliset kannattavuudet. Näiden kannattavuuslaskelmien yhteydessä esitetään myös YHTALI-periaatteiden mukaiset kannattavuuslaskelmien herkkyystarkastelut. Sähköistysten kannattavuutta tarkastellaan lisäksi kolmella eri sähköistysinvestointeihin vuosittain käytettävällä maksimirahoitustasoilla (max. 100, 130 tai 160 Mmk/vuosi). Käytettävästä rahoitustasosta riippuu, kuinka nopeasti ja tehokkaasti sähköistyshankkeet voidaan toteuttaa.

5.1.1 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma (YHTALI-laskelma)

Sähköistyksen kannattavuus selvitetään ns. YHTALI-laskelman avulla. YHTALI-laskelmassa hankkeen kannattavuutta arvioidaan hyöty-kustannussuhteella (HK-suhde), joka ilmaisee hyötyjen ja haittojen nettosumman nykyarvon ja perusinvestoinnin välisen suhteen seuraavasti:

HK-suhde = (hyödyt - haitat)/investointikustannus.

Jotta hanke olisi yhteiskuntataloudellisesti kannattava, tulee HK-suhteen olla suurempi tai yhtä suuri kuin yksi. Mitä suuremman yli yhden menevän arvon HK-suhde saa, sitä paremmaksi investoinnin kannattavuus muodostuu. Sähköistyshankkeen YHTALI-laskelman sisältö on esitetty kuvassa 5.

RATAOSAN SÄHKÖISTÄMISEN YHTEISKUNTA- TALOUDELLINEN KANNATTAVUUSLASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	Mmk
LASKENTA-AJAN KOROT	Mmk
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	Mmk
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	Mmk
LIIKENNETUOTANTOVAIKUTUKSET	
Energiakustannus	Mmk
Kaluston kunnossapito- ja huoltokustannus	Mmk
Kaluston pääomakustannus	Mmk
Muut liikennetuotantovaikutukset	Mmk
YHTEENSÄ	Mmk
LIPPUTULOT	Mmk
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	Mmk
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	Mmk
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	Mmk
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	Mmk
HK-SUHDE (= hyödyt - haitat / investointikust.)	
	Arvo

Kuva 5. Sähköistyshankkeen YHTALI-laskelman sisältö.

YHTALI-ohjeiden mukaisesti laskelman perusvuotena eli diskonttaushetkenä käytetään hankkeen ensimmäistä kokonaista liikenteelläolovuotta, laskenta-ajanjaksona 30 vuotta, korkokantana 6 % ja investoinnin jäännösarvona laskenta-ajanjakson lopussa 30 % investoinnista. Varsinaisten investointikustannusten lisäksi yhteiskuntataloudelliseen laskelmaan on sisällytetty ns. rakennusaikaiset korot (laskenta-ajan korot). Koska rataosien liikennemäärät ovat sähkö- ja dieseljunaliikennevaihtoehdoilla yhtä suuret, voidaan radan kunnossapitokustannukset olettaa eri vaihtoehtojen välillä vain sähköistykseen kunnossapitokustannusten osalta.

5.2 Sähköistykseen kannattavuus ilman järjestelmävaikutuksia

Ilman järjestelmävaikutuksia lasketut sähköistykseen kannattavuudet esitetään sekä rataosien nykyliikennemäärillä että ennustetuilla kasvavilla liikennemäärillä. Nykyluonnetarkastelu eli vuoden 1996 liikennemäärätietoihin perustuva laskenta kuvaa hankkeen ns. minimi-kannattavuuden ja kasvavan liikennemäärän tarkastelu taas hankkeen kannattavuuden silloin, jos nykyarvioiden mukaiset rataosien liikennemääräennusteet toteutuvat. Tässä vaiheessa kannattavuustarkasteluissa oletetaan, että jokainen tarkasteltavana oleva rataosa sähköistettäisiin heti Turku - Toijala radan sähköistykseen jälkeen seuraavaksi. Tämän lisäksi sähköistys oletetaan toteutettavan rakennusteknisesti ja rahoituksellisesti mahdollisimman optimaalisesti. Ilman järjestelmävaikutuksia lasketut sähköistykseen kannattavuudet on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Sähköistyksen kannattavuudet (HK-suhteet) ilman järjestelmävaikutuksia.

Sähköistyksen kannattavuudet ilman järjestelmävaikutuksia, HK-suhteet		
Rataosa(t)	Nykyliikennemäärällä	Kasvavalla liikennemäärällä
Hyvinkää - Hanko	1,5	1,6
Seinäjohti - Vaasa	0,8	0,8
Tuomioja - Raahe	2,0	2,3
Oulu - Rovaniemi	1,5	1,6
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	1,0	1,4
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	0,9	1,4
Pieksämäki - Joensuu	1,0	1,1

Ilman järjestelmävaikutuksia tehtyjen kannattavuustarkastelujen perusteella voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

- Rataosien Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi ja Hyvinkää - Hanko sähköistykset ovat jo nykyliikenteellä (vuoden 1996 liikennemäärillä) ja ilman järjestelmävaikutuksia tarkasteltuna selvästi yhteiskuntataloudellisesti kannattavia.
- Sen sijaan muiden rataosien yhteiskuntataloudellinen kannattavuus riippuu liikennemäärien kehittämisestä ja järjestelmävaikutuksista.
- Ilman järjestelmävaikutuksia tehtyjen kannattavuustarkastelujen sekä rakentamiskäyttökohtien perusteella suositeltava jatkosähköistysjärjestys muodostuisi seuraavaksi: Ensiksi tulisi sähköistää Pohjois-Suomen rataosuudet Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi ja Kontiomäki - Vartius.
- Tämän jälkeen sähköistettäväksi tulisi rataosa Hyvinkää - Hanko ja sen jälkeen sähköistyksen painopistealue tulisi siirtää Joensuun seudulle rataosille Niirala - Säkäniemi, Joensuu - Uimaharju, Joensuu - Siilinjärvi ja Pieksämäki - Joensuu. Seinäjohti - Vaasa rataosan sähköistys jäisi tämän tarkastelun mukaan viimeiseksi.
- Edellä mainittua sähköistysjärjestystä puoltaa rataosien liikenteelliset kehitysnäkömät, alueellisesti ja teknisesti yhtenäiset sähköistyksen toteuttamismahdollisuudet sekä mahdollisuudet suurten yhteiskuntataloudellisten hyötyjen saavuttamiseen heti ensimmäisten sähköistysten valmistumisesta lähtien.

5.3 Sähköistyksen kannattavuuslaskelmat

Kuten aiemmin oli esillä, on jatkosähköistyksen ajoituksella, laajuudella ja toteuttamisjärjestyksellä merkitystä sähköistyksestä aiheutuvien vaikutusten kokonaismäärään ja sitä kautta myös jokaisen sähköistyshankkeen kannattavuuteen. Yleensä uusien rataosien sähköistäminen ja sähköistysalueen laajentuminen tuo siitä aiheutuvien järjestelmävaikutusten kautta tuntuvaa lisäarvoa koko olemassa olevaan sähköistyskokonaisuuteen. Sähköistyksen toteuttamiseen käytettävä rahoitustaso puolestaan vaikuttaa hankkeiden toteutuksen nopeuteen ja sitä kautta hyötyjen ja haittojen suuruuteen (korkotekijän vaikutus). Näin ollen jopa yksittäisesti tarkasteltuna kannattamattoman rataosan sähköistäminen voi olla yhteiskuntataloudellisesti järkevää ja perusteltua, jos hanketta tarkastellaan osana laajempaa kokonaisuutta ja hankkeen toteutus ajoitetaan oikein.

Luvun 5.2 pohjalta tehdyn sähköistysjärjestys-päätelmän mukaiset rataosien sähköistysten yhteiskuntataloudelliset kannattavuuslaskelmat on esitetty taulukoissa 14-20. Tarkastelujen lähtökohtana on tällöin ollut, että vuosittain sähköistykseen käytettävä määräraha on korkeintaan 130 Mmk. Tällä rahoitustasolla hankkeet voidaan toteuttaa siten, että eri rataosien sähköistystöitä voidaan tehdä osittain yhtäaikaan ja silti investointien rakennusajat pysyvät vielä melko lyhyinä. Sähköistuksen vaikutustarkasteluissa on lisäksi otettu huomioon myös sähköistysalueen järjestelmällinen laajentuminen ja sen aiheuttamat lisähyödyt (järjestelmävaikutukset).

Edellä mainittujen laskelmien ja tehtyjen herkkyystarkastelujen perusteella saadut hyöty-kustannussuhteet on esitetty kootusti taulukossa 21.

Taulukossa 22 on esitetty kannattavuuslaskelmien mukaiset hyöty-kustannussuhteet kolmella eri rahoitustasolla. Tarkastelujen lähtökohtana on tällöin ollut, että vuosittain sähköistykseen käytettävä määräraha on korkeintaan joko 100, 130 tai 160 Mmk/vuosi. Taulukossa 22 on esitetty lisäksi tarkasteltavien rataosien sähköistuksen yhteiskuntataloudellinen kokonaiskannattavuus sekä tarkasteltavan jatkosähköistuksen nykyarvotetut nettohyödyt (hyödyt - haitat). Nettohyöty kertoo, kuinka suuri markkamääräinen yhteiskuntataloudellinen hyöty sähköistysinvestoinneilla voidaan eri tapauksissa saavuttaa. Tarkasteltavien sähköistyshankkeiden alustavat toteutusaikataulut eri rahoitustasoilla on esitetty kuvassa 6.

Taulukko 14. Tuomioja - Raahe -rataosan sähköistuksen kannattavuuslaskelma.

TUOMIOJA - RAAHE RATAOSAN SÄHKÖISTÄMISEN YHTEISKUNTATALOUDELLINEN KANNATTAVUUS- LASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	34,0
LASKENTA-AJAN KOROT	0,2
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	34,2
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-2,7
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	9,6
Kunnossapito- ja huoltokustannus	31,2
Kaluston pääomakustannus	22,7
Muut liikennetuotantovaikutukset	8,1
YHTEENSÄ	71,6
LIPPUTULOT	-
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	-
JUNALIIKENTEN PÄÄSTÖT	11,7
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	1,8
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	82,4
HK-SUHDE	2,4

Taulukko 15. Oulu - Rovaniemi rataosan sähköistyksen kannattavuuslaskelma.

OULU - ROVANIEMI RATAOSAN SÄHKÖISTÄMISEN YHTEISKUNTATALOUDELLINEN KANNATTAVUUS- LASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	251,0
LASKENTA-AJAN KOROT	32,2
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	283,2
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-21,2
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	44,6
Kunnossapito- ja huoltokustannus	94,5
Kaluston pääomakustannus	48,8
Muut liikennetuotantovaikutukset	18,3
YHTEENSÄ	206,2
LIPPUTULOT	156,1
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	61,5
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	42,8
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	13,1
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	458,5
HK-SUHDE	1,6

Taulukko 16. Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius rataosien sähköistyksen kannattavuuslaskelma.

OULU - IISALMI + KONTIOMÄKI - VARTIUS RATAOSIEN SÄHKÖISTYKSEN YHTEISKUNTA- TALOUDELLINEN KANNATTAVUUSLASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	388,0
LASKENTA-AJAN KOROT	51,0
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	439,0
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-35,4
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	119,5
Kunnossapito- ja huoltokustannus	262,1
Kaluston pääomakustannus	167,9
Muut liikennetuotantovaikutukset	10,1
YHTEENSÄ	559,5
LIPPUTULOT	39,1
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	19,5
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	90,9
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	20,3
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	693,8
HK-SUHDE	1,6

Taulukko 17. Hyvinkää - Hanko rataosan sähköistykseen kannattavuuslaskelma.

HYVINKÄÄ-HANKO RATAOSAN SÄHKÖISTÄMISEN YHTEISKUNTATALOUDELLINEN KANNATTAVUUS- LASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	147,0
LASKENTA-AJAN KOROT	6,1
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	153,1
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-13,9
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	31,6
Kunnossapito- ja huoltokustannus	87,6
Kaluston pääomakustannus	93,9
Muut liikennetuotantovaikutukset	3,9
YHTEENSÄ	217,0
LIPPUTULOT	5,7
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	7,0
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	34,1
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	7,7
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	257,6
HK-SUHDE	1,7

Taulukko 18. Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi rataosien sähköistykseen kannattavuuslaskelma.

NIIRALA - SÄKÄNIEMI + JOENSUU - UIMAHARJU + JOENSUU - SIILINJÄRVI RATAOSIEN YHTEISKUNTA- TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS-LASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	238,0
LASKENTA-AJAN KOROT	27,8
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	265,8
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-21,6
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	44,3
Kunnossapito- ja huoltokustannus	178,8
Kaluston pääomakustannus	147,9
Muut liikennetuotantovaikutukset	-8,0
YHTEENSÄ	363,0
LIPPUTULOT	-
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	-
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	60,0
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	12,4
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	413,7
HK-SUHDE	1,6

Taulukko 19. Pieksämäki - Joensuu rataosan sähköistyksen kannattavuuslaskelma.

PIEKSÄMÄKI-JOENSUU RATAOSAN SÄHKÖISTÄMISEN YHTEISKUNTA- TALOUDELLINEN KANNATTAVUUSLASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	196,0
LASKENTA-AJAN KOROT	14,8
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	210,8
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-18,3
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	32,2
Kunnossapito- ja huoltokustannus	62,1
Kaluston pääomakustannus	65,8
Muut liikennetuotantovaikutukset	3,6
YHTEENSÄ	163,7
LIPPUTULOT	28,1
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	17,7
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	35,0
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	10,2
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	236,5
HK-SUHDE	1,1

Taulukko 20. Seinäjoki - Vaasa rataosan sähköistyksen kannattavuuslaskelma.

SEINÄJOKI-VAASA RATAOSAN SÄHKÖISTÄMISEN YHTEISKUNTATALOUDELLINEN KANNATTAVUUS- LASKELMA	
INVESTOINNIT, Mmk	
SÄHKÖISTYS	79,0
LASKENTA-AJAN KOROT	3,9
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	82,9
VAIKUTUKSET (HYÖDYT +, HAITAT -), Mmk	
SÄHKÖISTYKSEN YLLÄ- JA KUNNOSSAPITO	-7,2
LIIKENNÖINTIKUSTANNUKSET	
Energiakustannus	7,7
Kunnossapito- ja huoltokustannus	21,9
Kaluston pääomakustannus	12,2
Muut liikennetuotantovaikutukset	-
YHTEENSÄ	41,8
LIPPUTULOT	13,4
MATKUSTAJIEN AIKASÄÄSTÖT	8,9
JUNALIIKENTEEEN PÄÄSTÖT	8,7
INVESTOINNIN JÄÄNNÖSARVO	4,1
HYÖDYT JA HAITAT YHTEENSÄ	69,7
HK-SUHDE	0,8

Taulukko 21. Sähköistyksen kannattavuuslaskelmien herkkyyss-tarkastelut (taulukon peruslaskelma on yhteenveto edellä esitetyistä taulukoista 14-20).

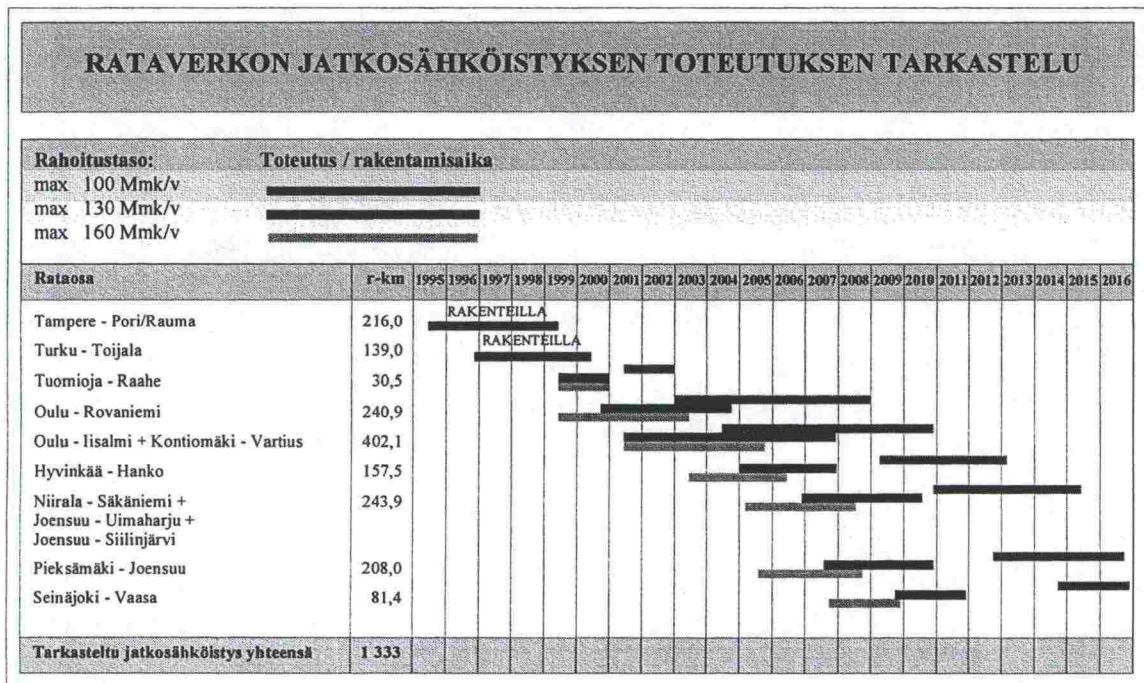
Sähköistyksen yhteiskuntataloudellisten kannattavuuslaskelmien herkkyyss-tarkastelut (HK-suhteet)							
Rataosa(t)	Perus-laskelma	Vuoden -96 liikenne-määrällä	Invest. kust. + 25 %	Poltton. hinta + 25 %	Sähkön-hinta + 25 %	Päästöjen arvotus - 25 %	Päästöjen arvotus + 25 %
Tuomioja-Raahe	2,4	2,0	1,9	2,5	2,3	2,3	2,5
Oulu-Rovaniemi	1,6	1,6	1,3	1,7	1,6	1,6	1,7
Oulu-Iisalmi + Kontiomäki-Vartius	1,6	1,0	1,3	1,6	1,5	1,5	1,6
Hyvinkää-Hanko	1,7	1,6	1,4	1,8	1,6	1,6	1,7
Niirala-Säkäniemi + Joensuu-Uimaharju + Joensuu-Siilinjärvi	1,6	0,8	1,3	1,6	1,5	1,5	1,6
Pieksämäki-Joensuu	1,1	1,0	0,9	1,2	1,1	1,1	1,2
Seinäjäki-Vaasa	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9

Taulukko 22. Jatkosähköistysten yhteiskuntataloudelliset kannattavuudet (hyöty-kustannussuhteet), nettohyödyt ja rakentamisaika eri rahoitustasoilla.

Sähköistyksen kannattavuuslaskelmien HK-suhteet eri rahoitustasoilla			
Rataosa(t)	Rahoitus: 100 Mmk/v	Rahoitus: 130 Mmk/v	Rahoitus: 160 Mmk/v
Tuomioja - Raahe	2,2	2,4	2,4
Oulu - Rovaniemi	1,5	1,6	1,6
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	1,5	1,6	1,8
Hyvinkää - Hanko	1,5	1,7	1,7
Niirala-Säkäniemi + Joensuu-Uimaharju + Joensuu-Siilinjärvi	1,5	1,6	1,6
Pieksämäki-Joensuu	1,1	1,1	1,1
Seinäjäki - Vaasa	0,8	0,8	0,8
Kaikki rataosat	1,5	1,5	1,5
Investointien nyky-arvotettu nettohyöty, yht. [Mmk]	343,4	453,8	492,0
Sähköistyksen toteutus vuosina	2001-2016	1999-2011	1999-2009

Edellä esitettyjen tarkastelujen perusteella voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

- Sähköistysalueen laajentuminen ja sitä kautta saavutettavat ns. järjestelmävaikutukset lisäävät sähköistuksen kannattavuutta.
- Herkkyystarkastelujen perusteella voidaan todeta, että suhteellisen suurelta muutokset epävarmimmissa kustannustekijöissä eivät vaikuta merkittävästi hankkeiden yhteiskuntataloudelliseen kannattavuuteen.
- Mitä nopeammin sähköistyshankkeet toteutetaan ja mitä suurempia ovat sähköistettävien rataosien liikennemäärät, sitä kannattavampaa on sähköistys.
- Sähköistykseen vuosittain käytettävän maksimi-määrärahan laskiessa alle 130 Mmk, alkavat investointien rakentamisaikat huomattavasti pidentyä ja investoinneilla saavutettavat hyödyt vastaavasti selvästi pienentyä.
- Sähköistuksen rahoituksen merkitys näkyy selvimmin saavutettavan yhteiskuntataloudellisen nettohyödyn kokonaismäärässä (markoissa). Esimerkiksi rahoitustasolla max. 100 Mmk/v ovat saavutettavat yhteiskuntataloudelliset nettohyödyt noin 32 % pienemmät kuin rahoitustasolla 130 Mmk/v ja noin 43 % pienemmät kuin rahoitustasolla 160 Mmk/v. Erot johtuvat lähinnä rakennusaikaisten korkoerien suuruuden sekä investoinneilla saavutettavien liikennetuotantohyötyjen vaihtelusta eri rahoitustasoilla (eri rakentamisajoilla).
- Sähköistystä tulisi jatkaa mahdollisimman laajana, alkaen Pohjois-Suomen rataosilta.
- Seinäjoki - Vaasa välin sähköistys ei ole tämän selvityksen mukaan yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa.



Kuva 6.

Jatkosähköistuksen toteutuksen alustavat tarkastelut eri rahoitustasoilla [Mmk/vuosi].

6. TÄYDENTÄVÄT TARKASTELUT

6.1 Vaikutukset alue- ja yhdyskuntarakenteeseen sekä soveltuvuus liikennepoliittisiin ohjelmiin

Sähköistysinvestoinnit lisäävät rautatieliikenteen nopeutta ja kuljetuskykyä (kuljetuskapasiteettia). Sähköistysinvestoinneilla voidaan täten parantaa eri alueiden ja aluekeskusten tavoitettavuutta ja lisätä näin alueiden merkittävyyttä, vaikutusalueiden ulottuvuutta sekä niiden kehitysmahdollisuuksia.

Parantuvat liikenneyhteydet hyödyttävät sekä alueiden asukkaita että yrityksiä. Suurimpia yksittäisiä hyötyjä ovat yleensä suurta kuljetuskykyä tarvitsevat teollisuuslaitokset. Näiden teollisuuslaitosten toimintaedellytysten ja kilpailukyvyn parantuminen onkin varsin tärkeää, sillä ne ovat usein myös alueiden suurimpia työnantajia. Jatkosähköistysinvestoinnit lisäävät myös eri alueiden välistä tasa-arvoa, sillä ne liittävät yhä useampia kunta- ja aluekeskuksia olemassa olevaan sähkörataverkkoalueeseen.

Sähköistysinvestoinnit tukevat hyvin sekä kansallisten että kansainvälisten yhteyksien ja palvelujen parantamista, kehittämistä ja laajentamista. Esimerkiksi Suomen vientiteollisuuden kilpailukyvyn kannalta nopeiden, sujuvien ja kustannuksiltaan edullisten rautatieyhteyksien luominen satamiin ja maaraaja-asemille on tärkeää, sillä tällä hetkellä teollisuutemme kuljetus- ja logistiikkakustannukset ovat selvästi tärkeimpiä kilpailijamaitamme korkeammat (mm. pitkien kuljetusmatkojen vuoksi). Myös Suomen markkina-asema tulevaisuuden transitokuljetusten suhteen riippuu hyvin paljon siitä, miten toimivat, nopeat sekä kuljetus- ja kilpailukykyiset kuljetusreitit ja -palvelumme ovat. Yleisesti ottaen rautateiden sähköistyshankkeilla on siis myös varsin laajat ja merkitykselliset alue- ja yhdyskuntataloudelliset vaikutukset, joita ei kuitenkaan ole yritetty arvottaa tässä selvityksessä.

Tutkituista rataosista Hyvinkää - Hanko, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi, Kontiomäki - Vartius, Niirala - Säkäniemi sekä Joensuu - Siilinjärvi kuuluvat Suomen rautateiden TEN-verkkoon. Euroopan unionin asettamien tavoitteiden mukaisesti TEN-verkkojen kehittämisellä pyritään mm. edistämään sisämarkkinoiden toimintaa sekä varmistamaan henkilöiden ja tavaroiden kestävä liikkuminen yhteiskunnan, ympäristön sekä turvallisuuden kannalta parhaissa mahdollisissa olosuhteissa. Sähköistys tukee täten varsin hyvin myös edellä mainittuja yhteisön tavoitteita.

6.2 Työllisyysvaikutukset

Koko tarkasteltavan jatkosähköistytksen rakentamisen työllistävän vaikutuksen arvioidaan olevan noin 2 167 henkilötyövuotta. Esimerkiksi rahoitustason 130 Mmk/v mukaisesti sähköistysten rakennusaika olisi noin 13 vuotta, jolloin hankkeet työllistäisivät vuosittain keskimäärin noin 167 henkeä. Sähköistytshankkeiden työllistävät vaikutukset rataosittain on esitetty taulukossa 23.

Taulukko 23. Sähköistyrksen rakentamisen työllistävät vaikutukset.

Sähköistyrksen rakentamisen työllistävät vaikutukset, [henkilötyövuotta]	
Rataosa(t)	[htv]
Hyvinkää - Hanko	239
Seinäjoki - Vaasa	128
Tuomioja - Raahe	55
Oulu - Rovaniemi	408
Oulu - Iisalmi + Kontiomäki - Vartius	631
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju + Joensuu - Siilinjärvi	387
Pieksämäki - Joensuu	319
Kaikki rataosat yhteensä	2 167

6.3 Ympäristövaikutukset

Ratojen sähköistämisen ympäristövaikutuksista on edellä arvotettu vain junaliikenteen päästöjen väheneminen. Tämän lisäksi sähköjunaliikenne on muutenkin dieseljunaliikennettä ympäristöystävällisempää.

Yksi merkittävä tekijä on, että sähkövetureiden melutaso on selvästi alhaisempi kuin dieselvetureiden. Sähköistysinvestoinneilla voidaan täten merkittävästi pienentää rautatieliikenteen meluhaittoja (melualueita) ja lisätä näin radanvarsialueiden yleistä viihtyisyyttä. Sähköjunaliikenteeseen siirtyminen lisää myös matkustusmukavuutta, sillä sähkövedossa matkustajavaunuihin tulee selvästi vähemmän melua ja pakokaasuja.

Sähkövetokaluston käyttöön siirtymisellä voidaan vähentää oleellisesti myös dieselkaluston käytöstä aiheutuvien öljy- ja jäähdytysnestevuotojen määrää. Kevyen polttoöljyn varastoinniseen ja kuljettamiseen käytettävät säiliöt sekä dieselkaluston tankkauspaikat muodostavat aina myös tietyn ympäristövahinkoriskin. Lisäksi kevyen polttoöljyn käsittelystä aiheutuu ympäristöön hajuhaittoja.

Kuten aiemmin luvussa 4.4.1 esitettiin, rautatieliikenteen kilpailukyvyyn ja palvelutason parantuminen aiheuttaa kuljetusten ja matkustajien siirtymiä muilta liikennemuodoilta rautateille. Tällä on puolestaan suoraan vaikutuksia myös muiden liikennemuotojen aiheuttamiin päästöihin, meluun sekä muihin ympäristövaikutuksiin ja -vahinkoriskihin.

6.4 Jakaumavaikutukset ja rahoitustarkastelu

Vaikutusselvityksessä arvotettujen hyötyjen jakautuminen on esitetty kuvassa 7. Hyötyjen jakaumatarkastelussa on mukana kaikki tarkasteltavat rataosat, joten kuvan 7 jakauma kuvaa ns. sähköistyrksen keskimääräistä hyötyjakaumaa.



Kuva 7. Sähköistyksen vaikutusten jakautuminen.

Kuvasta 7 voidaan havaita, että 71 % sähköistyksen hyödyistä koostuu liikennetuotantokustannusten alentumisesta. Näin ollen suurin osa sähköistyksellä saavutettavista hyödyistä muodostuu varsin konkreettisista säästöistä. Vain pieni osa eli 18 % hyödyistä on ns. arvotettuja tekijöitä. Näiden yhteiskuntataloudellisten hyötyjen markkamääräiset arviot perustuvat siis eri tekijöiden nykyisiin arvotusperiaatteisiin. Alentuvista liikennetuotantokustannuksista suurin osa kohdistuu tavaraliikenteeseen, mikä puolestaan alentaa tulevaisuudessa teollisuuden kuljetuskustannuksia.

Valtakunnallisesti tarkasteltuna jatkosähköistysinvestointien hyödyt jakautuvat hyvin laajalle alueelle. Suositeltavan sähköistysjärjestyksen perusteella suurimmat hyödyt kohdistuisivat kuitenkin aluksi lähinnä Pohjois-Suomeen.

Tässä selvityksessä tarkasteltavat sähköistykset merkitsisivät valtiontaloudelle kaikinensa yhteensä 1 290 Mmk:n kustannusta. Tällä rahamäärällä nykyisestä rataverkosta saataisiin sähköistettyä siis reilu viidennes eli hieman yli 20 %, jolloin koko rataverkosta olisi sähköistetty yhteensä noin 63 %. Selvityksen perusteella saadun jatkosähköistysehdotuksen kumulatiivinen rahoitustarve on esitetty taulukossa 24. Kustannusten jakautuminen eri vuosille ja toteutuksen kesto riippuvat suuresti investointeihin käytettävissä olevasta rahoitustasosta (määrärahasta). Mitä pienempi on sähköistykseen käytettävä vuosittainen määräraha, sitä pidempään hankkeen toteutus kestää.

Taulukko 24. Sähköistyksen rahoitustarve.

Jatkosähköistyksen rahoitustarve			
Rataosa(t)	Sähköistyksen investointikustannus, [Mmk]	Toteutuksen kesto (vaihtelee eri rahoitustasolla), [vuotta]	Kumulatiivinen rahoitustarve, [Mmk]
Tuomioja - Raahe	34	2	34
Oulu - Rovaniemi	251	5-6	285
Oulu - Iisalmi	302	5-7	587
Kontiomäki - Vartius	100	3-4	687
Hyvinkää - Hanko	147	3-4	834
Niirala - Säkäniemi + Joensuu - Uimaharju	90	3-4	924
Joensuu - Siilinjärvi	148	4	1 072
Pieksämäki - Joensuu	196	4-5	1 211
Seinäjoki - Vaasa	79	3	1 290
YHTEENSÄ	1 290	11-17	1 290

7. SELVITYKSEN YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Selvityksessä jatkosähköistyksen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta on tarkasteltu sähköistyksen vaikutusselvityksen ja siihen kiinteästi liittyvien hyöty-kustannuslaskelmien eli ns. YHTALI-laskelmien avulla. Sähköistyksen kannattavuuslaskelmissa on otettu huomioon sähköistyksen yllä- ja kunnossapitokustannukset, liikennöitsijän liikennetuotantokustannusten ja lipputulojen muutokset, matkustajien aikasäästöt sekä ympäristövaikutuksista junaliikenteen päästömäärien muuttuminen.

Edellä mainittujen tekijöiden ja sähköistyksen investointikustannusten avulla on saatu muodostettua eräänlainen minimikuvaus sähköistyshankkeiden kannattavuuksista, sillä monet hankkeiden toteuttamisesta aiheutuvat yhteiskuntataloudelliset hyödyt ovat jääneet selvityksessä arvottamatta. Arvottamatta ovat jääneet esimerkiksi sähköistyksen vaikutukset muiden liikennemuotojen aiheuttamiin ulkoisiin kustannuksiin, sähköistyksen työllisyysvaikutukset sekä sähköistyksen vaikutukset liikenteen aiheuttamaan meluun ja ympäristön viihtyisyyteen. Selvityksessä on lisäksi oletettu, että osa rataosien junaliikenteestä hoidettaisiin sähköistyksestä huolimatta dieselvetoisena. Liikennetuotantojärjestelmän kehittämisen ja pienten lisäinvestointien avulla tämäkin liikenne on kuitenkin mahdollista hoitaa tulevaisuudessa sähköjunaliikenteenä. Täten myös sähköistysinvestointien kannattavuus paranisi tässä esitetystä.

Tehtyjen yhteiskuntataloudellisten vaikutusselvitysten perusteella voidaan todeta, että rataverkon sähköistystä kannattaa jatkaa. Lisäksi sähköistyksessä olisi rakentamis- ja liikennetuotantonäkökohtien perusteella järkevää tavoitella laajojen alueellisten sähköistyskokonaisuuksien muodostamista. Tällöin esimerkiksi liikennetuotannon rationaalisointi- ja kehittämistoimenpiteet voidaan tehdä tehokkaasti ja sähkövetokaluston käyttöaste saada korkeammaksi.

Selvityksen perusteella jatkosähköistys kannattaa aloittaa Pohjois-Suomesta rataosilta Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi ja Kontiomäki - Vartius (luetelussa järjestyksessä). Tämän jälkeen tulisi sähköistää rataosa Hyvinkää - Hanko. Seuraavaksi sähköistyksen painopistealue tulisi siirtää Itä-Suomeen Joensuun seudulle.

Tietyn ajan kuluttua jatkosähköistyksen tulevaisuuden tilanne ja tarpeet on kuitenkin syytä kartoittaa taas uudelleen. Tällöin tarkastelua voitaisiin laajentaa koskemaan myös joitakin muita rataosia ja niiden mahdollisen sähköistyksen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.

Edellä esitettyä sähköistyksen toteutusjärjestystä puoltaa tarkasteltavien rataosien nykytilanne, tarkastelun yhteydessä esille tulleet erilaiset epävarmuustekijät sekä tarkasteltavien rataosien nykykunto. Tuomioja - Raahe välin tavaraliikennevirrat ja koko Oulun seudun henkilö- ja tavaraliikennevirrat ovat varsin suuret ja kasvussa sekä helposti sähköjunaliikenteenä hoidettavat. Tarkastelujen pääasiallisimpia epävarmuustekijöitä ovat puolestaan Joensuun seudun ja Hyvinkää - Hanko rataosien kuljetustarpeiden, liikennemäärien sekä liikennetuotantojärjestelmien kehittyminen. Tosin Hyvinkää - Hanko välin sähköistäminen osoittautui vähenevään liikennemäärään perustuvasta tarkastelusta huolimatta yhteiskuntataloudellisesti varsin kannattavaksi hankkeeksi.

Jatkosähköistys selvityksen perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset ja suositukset:

1. Sähköistuksen jatkaminen on yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa.
2. Sähköistys on ratahanke, jolla voidaan parantaa merkittävästi sekä rautateiden tavara- että henkilöliikenteen toimintaedellytyksiä. Sähköistysinvestointien avulla voidaan täten alentaa teollisuutemme kuljetuskustannuksia ja lisätä joukkoliikenteen palvelutasoa ja parantaa sen laatua.
3. Sähköistys on merkittävä liikenteen ympäristöinvestointi.
4. Sähköistystä tulisi jatkaa meneillään olevien sähköistystöiden jälkeen ilman taukoa.
5. Sähköistystä tulisi jatkaa Pohjois-Suomen rataosien Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi ja Kontiomäki - Vartius sähköistämällä.
6. Mitä nopeammin jatkosähköistykset toteutetaan sen parempia ovat hankkeiden kannattavuudet ja saavutetaan suurempi yhteiskuntataloudellinen kokonaishyöty.
7. Jatkosähköistys tukee hyvin valtakunnallisen ja kansainvälisen liikenteen kehittämistä sekä maan eri osien tasapuolista kehittämistä

Jatkosähköistuksen yhteiskuntataloudellisen vaikutus selvityksen yhteenveto on esitetty seuraavan sivun kuvassa 8.

JATKOSÄHKÖISTYKSEN YHTEISKUNTATALOUDELLINEN VAIKUTUSSELVITYS

TAUSTASELVITYKSET

Selvityksessä tarkasteltiin useamman eri rataosan sähköistyksen kannattavuutta. Osittain tarkasteltavat rataosat muodostavat yhdessä tärkeitä kuljetusreittejä, joten niiden sähköistäminen on kannattavaa vasta silloin, jos sähköistykset toteutetaan riittävän laajoina. Koko tarkasteltava jatkosähköistysalue käsittää noin 1 218 ratakilometriä ja noin 1 333 raidekilometriä.

YHTALI-LASKELMA

SÄHKÖISTYSTEN HK-SUHTEET:

Tuomioja - Raahe	2,4
Oulu - Rovaniemi	1,6
Oulu - Iisalmi +	
Kontiomäki - Vartiuss	1,6
Hyvinkää - Hanko	1,7
Niirala - Säkänemi +	
Joensuu - Uimaharju +	
Joensuu - Siilinjärvi	1,6
Pieksämäki - Joensuu	1,1
Seinäjoki - Vaasa	0,8

Suoritetun herkkyystarkastelun perusteella muut tekijät kuin liikennemäärämuutos, eivät vaikuta merkittävästi sähköistyksen kannattavuuteen.

TÄYDENTÄVÄT SELVITYKSET SÄHKÖISTYKSEN MUUT VAIKUTUKSET:

Sähköistys tukee hyvin kansallisten ja kansainvälisten yhteyksien parantamista, kehittämistä ja laajentamista.

Jatkosähköistysinvestoinnit lisäävät eri alueiden välistä tasa-arvoa ja parantavat niiden kilpailuedellytyksiä.

Jatkosähköistyksen rakentamisen yhteenlaskettu työllisyysvaikutus on 2 167 htv.

Sähköjunaliikenteeseen siirtyminen pienentää liikenteen meluhaittoja ja ympäristövahinkoriskiä.

JAKAUMAVAIKUTUKSET JA RAHOITUSTARKASTELU

Suunnitellut jatkosähköistysinvestoinnit ja niiden aiheuttamat hyödyt jakautuvat valtakunnallisesti hyvin laajalle alueelle.

Jatkosähköistyksen suurimmat hyödyt kohdistuisivat aluksi Pohjois-Suomeen.

Sähköistysinvestoinnit hyödyttävät merkittävästi sekä tavara- että henkilöliikennettä.

Koko tarkasteltu jatkosähköistys merkitsee valtiolle noin 1 290 Mmk kustannusta.

VAIKUTUSSELVITYKSEN YHTEENVETO

Sähköistyksen jatkaminen on yhteiskuntataloudellisesti perusteltua. Sähköistystä tulisi jatkaa menneillä olevan Turku - Toijala välin sähköistyksen jälkeen Pohjois-Suomen rataosien sähköistyksellä. Suositeltava rataosittainen sähköistysjärjestys Pohjois-Suomessa olisi seuraava: Tuomioja - Raahe, Oulu - Rovaniemi, Oulu - Iisalmi, Kontiomäki - Vartiuss. Tämän jälkeen sähköistettäväksi tulisi rataosa Hyvinkää - Hanko. Seuraavaksi sähköistyksen painopistealue tulisi keskittää Itä-Suomeen.

Kuva 8. Jatkosähköistyksen vaikutusselvityksen yhteenveto.

LÄHDELUETTELO

Liikenneministeriö 1994. Liikenteen väylähankkeiden vaikutusselvitysten yhdenmu-
kaistaminen. Helsinki, Liikenneministeriön julkaisuja 26/94. 76 s.

Oy VR-Rata Ab 1997. Jatkosähköistyksen investointikustannukset. Helsinki, VR Rata.
12 s.

Pussinen, J. 1997. Jatkosähköistyksen vaikutukset VR:n liikennetuotantoon. Helsinki,
Raportti Ratahallintokeskuksen ja VR Osakeyhtiön käyttöön. 105 s.

Saarinen, S. 1994. Kolme vuosikymmentä rautateiden sähköistystä 1964-1994. Rauma,
Sähköradat Oy. 94 s.

Särkilähti, P. 1996. Ratainvestointien yhteiskuntataloudellinen kannattavuus. Helsinki.
115 s. + liitt.

- 1/1997 Railway Industry Structures and Capital Investment Financing
- 2/1997 Nopean junaliikenteen aluekehitysvaikutukset
- 3/1997 Rautateiden henkilöliikenteen ennustemalli (RALVI)
- 4/1997 Kilpailuedellytykset ja niiden luominen Suomen rataverkolla
- 5/1997 Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2020

RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

KEHITTÄMISYKSIKKÖ

Lisätietoja: Tuomo Suvanto, puh. 09-5840 5125, sähköposti: tuomo.suvanto@rhk.fi
Jakelu: Arja Aalto, puh. 09-5840 5121, sähköposti: arja.aalto@rhk.fi

ISBN 952-445-005-4
ISSN 1455-2604